

SEGUNDA SECCION
PODER EJECUTIVO
SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

ANEXO Transitorio 2 de la Circular Única de Seguros y Fianzas, publicada el 19 de diciembre de 2014.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público.- Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

ANEXOS DE LA CIRCULAR ÚNICA DE SEGUROS Y FIANZAS.- DISPOSICIONES DE CARÁCTER GENERAL DERIVADAS DE LA LEY DE INSTITUCIONES Y DE FIANZAS

ANEXO TRANSITORIO 2.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS EN MATERIA DE CONSTITUCIÓN,
VALUACIÓN, INCREMENTO Y REGISTRO DE LAS RESERVAS TÉCNICAS

TÍTULO 1.

DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO

CAPÍTULO 1.1.

DE LA CONSTITUCIÓN DE LAS RESERVAS DE RIESGOS EN CURSO
DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS

- A2.1.1.1. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán valorar la reserva de riesgos en curso, conforme a lo previsto en el presente Anexo Transitorio.
- A2.1.1.2. La reserva matemática de primas correspondiente a las pólizas en vigor, en el momento de la valuación, se calculará empleando el método de reserva media, disminuida de las primas netas diferidas, o bien, mediante métodos actuariales exactos, previo registro de la nota técnica correspondiente por parte de la Comisión.

En el caso de los seguros de pensiones o de supervivencia relacionados con la edad, jubilación, o retiro de personas, bajo esquemas privados, la reserva de riesgos en curso se constituirá conforme a lo establecido en el presente Anexo Transitorio, apegándose adicionalmente a lo siguiente:

- I. La reserva matemática terminal de cada una de las pólizas en vigor, al momento de la valuación, correspondiente al aniversario de la póliza, se determinará con base en la diferencia entre el valor presente actuarial de obligaciones futuras de la Institución de Seguros por concepto de pago de rentas y el valor presente actuarial de obligaciones futuras del asegurado por concepto de pago de primas de riesgo, calculada mediante criterios actuariales basados en estándares generalmente aceptados, de acuerdo a cada tipo de seguro y su procedimiento deberá ser registrado ante la Comisión, en la nota técnica correspondiente;
- II. La reserva de riesgo en curso, constituida por la reserva matemática que deberá registrarse en estados financieros deberá corresponder al pasivo que resulte de la valuación actuarial considerando el 100% de las obligaciones previstas en el contrato del seguro directo;
- III. En el caso de operaciones de reaseguro cedido con cobertura que tengan un periodo de vigencia superior a un año, se determinará la participación por reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso, con base en el valor presente actuarial de las obligaciones futuras cedidas al reasegurador, conforme a las mismas hipótesis y procedimientos actuariales registrados ante la Comisión, en la nota técnica del plan de que se trate;
- IV. La participación por reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso deberá valuarse y registrarse en los estados financieros durante el tiempo en que se mantenga la vigencia del contrato de reaseguro y las pólizas incluidas en dicho contrato;
- V. En el caso de reaseguro tomado, la reserva de riesgos en curso por reaseguro tomado deberá valuarse y constituirse conforme a las mismas hipótesis actuariales registradas en la nota técnica del seguro directo, y

- VI. Los contratos de reaseguro cedido que se realicen para este tipo de planes, sólo se podrán efectuar con Instituciones de Seguros o con instituciones de reaseguro del extranjero registradas en el RGRE, en cuyo caso, la participación por reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso deberá valuarse y reflejarse en estados financieros en la proporción que se indica a continuación, tomando en cuenta la calidad de las reaseguradoras con las cuales se han realizado los citados contratos, al momento de la valuación.

La participación por reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso, determinada conforme a las fracciones III y VI de la presente Disposición, se calculará aplicando a los montos obtenidos de la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, los factores de ajuste F_i indicados en la siguiente tabla, que correspondan a la calificación con la que cada reasegurador cuente dentro del RGRE:

$$PRC_{RRC} = \sum_{i=1}^n (PRC_{Ci} * F_i)$$

donde:

PRC_{RRC} participación por reaseguro cedido total;
 PRC_{Ci} participación por reaseguro cedido a la reaseguradora i , y
 F_i factores de ajuste.

Calificación	Standard & Poor's	A. M. Best	Duff & Phelps	Moody's	Fitch Ibc	Factor de ajuste (F_i)
Superior	AAA	A++, A+	AAA	Aaa	AAA	0.75
Excelente	AA+, AA, AA-	A, A-	AA+, AA, AA-	Aa1, Aa2, Aa3	AA+, AA, AA-	0.6
Muy Bueno / Bueno	A+, A, A-	B++, B	A+, A, A-	A1, A2, A3	A+, A, A-	0.45
Adecuado	BBB+, BBB, BBB-		BBB+, BBB, BBB-	Baa1, Baa2, Baa3	BBB+, BBB, BBB-	0.25
Inferior o no registrado						0.00

En el caso de contratos efectuados con Instituciones de Seguros, el factor que se aplicará para el cálculo de la participación de la reaseguradora en la reserva de riesgos en curso será 1.

Para efectos de la aplicación del factor de ajuste a que se refiere el párrafo anterior, en el caso de que una reaseguradora inscrita en el RGRE, cuente con más de una calificación expedida por agencias calificadoras, se considerará la menor de ellas. Asimismo, si la operación de reaseguro cedido se efectúa con una institución que no cuente con registro al momento de la valuación, la participación por reaseguro cedido de la reserva de riesgos en curso será cero.

- A2.1.1.3. La reserva matemática de primas se calculará sobre todas las pólizas con las adiciones y obligaciones que se encuentren en vigor al momento de su valuación.
- A2.1.1.4. Para el cálculo y valuación del monto mínimo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida individual con temporalidad superior a un año, sobre personas no incapacitadas o inválidas, se utilizará la tabla de mortalidad conocida como "CNSF 2000-I (1991-1998)", tabla que se adjunta en el Apéndice A2.1.1.4 de este Anexo Transitorio.
- A2.1.1.5. Para el cálculo y valuación del monto mínimo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida con temporalidad superior a un año sobre personas no incapacitadas o inválidas, que por su situación laboral y socioeconómica no son derechohabientes de las instituciones de seguridad social, se utilizarán las tablas de mortalidad conocidas como "CNSF 2005 H-SP (2000-2005) y CNSF 2005 M-SP (2000-2005)" para hombres y mujeres, según corresponda, tablas que se adjuntan en el Apéndice A2.1.1.5 de este Anexo Transitorio.

- A2.1.1.6. Para el cálculo y valuación de la reserva de riesgos en curso de las pólizas de seguros de interés social y de seguros de grupo con temporalidad superior a un año, se deberá utilizar la tabla de mortalidad conocida como "CNSF 2000-G (1991-1998)", tabla que se adjunta en el Apéndice A2.1.1.6 de este Anexo Transitorio.
- A2.1.1.7. Para el cálculo y valuación de la reserva de riesgos en curso, en el caso de planes de seguros basados en el riesgo de invalidez, riesgo de muerte accidental o morbilidad, se podrán emplear tablas de invalidez, muerte accidental y morbilidad, de acuerdo a las características del riesgo de que se trate y que mejor se ajuste a la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista en particular, o de la colectividad que se pretende asegurar.
- A2.1.1.8. Para el cálculo y valuación de la reserva de riesgos en curso, correspondiente a pólizas de seguros que consistan en el pago de rentas, basadas en la supervivencia de personas, se deberán emplear los métodos actuariales que al efecto registre la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista ante la Comisión, apegándose a lo establecido en el Capítulo 1.6 del presente Anexo Transitorio, debiendo utilizarse la tabla de mortalidad que mejor se ajuste a la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, o de la colectividad que se pretende asegurar.
- En caso de que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no cuente con la información necesaria que le permita determinar la tabla de mortalidad a emplear de conformidad con el párrafo anterior, deberá utilizar como tabla de mortalidad la Experiencia Demográfica de Mortalidad para Activos del sexo masculino, conocida como "EMSSAH-97" o la correspondiente al sexo femenino, conocida como "EMSSAM-97", tablas que se adjuntan en el Apéndice A2.1.1.8-a de este Anexo Transitorio.
- Asimismo, en el caso de personas inválidas, deberá utilizarse como tabla de mortalidad la Experiencia Demográfica de Mortalidad para Inválidos del sexo masculino, conocida como "EMSSIH-97" o la correspondiente al sexo femenino, conocida como "EMSSIM-97", tablas que se adjuntan en el Apéndice A2.1.1.8-b de este Anexo Transitorio.
- A2.1.1.9. La tasa de interés técnico que utilicen las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas para el cálculo de la reserva matemática de planes en moneda nacional, no será superior al 5.5%. Asimismo, en el caso de planes indexados a la inflación dicha tasa no deberá ser superior al 3.5%, en tanto que para planes de seguros nominados en moneda extranjera, no deberá ser superior al 4%.
- A2.1.1.10. Para los seguros que se contraten con personas que tengan ocupación peligrosa o pobreza de salud, así como a los que establezcan beneficios adicionales, les serán aplicables las Disposiciones del presente Anexo Transitorio, de acuerdo a las características del riesgo de que se trate.
- A2.1.1.11. Cuando el reaseguro que se acepte se realice con base en el sistema de prima de riesgo, teniendo como unidad de tiempo el año, la reserva deberá calcularse con el 50% de las primas netas emitidas, o bien, con base en las primas netas no devengadas a la fecha de valuación, dentro del periodo de cada año en vigor, previa autorización de la Comisión.
- A2.1.1.12. Cuando el reaseguro que se tome se realice conforme a otro sistema, la reserva de riesgos en curso será la equivalente al riesgo aceptado por la Institución de Seguros, siéndole aplicable lo señalado en las Disposiciones del presente Anexo Transitorio.
- A2.1.1.13. La valuación, para efectos de la constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto, de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, del ramo de riesgos catastróficos, se realizará de la siguiente manera:
- I. Para la retención, la reserva de riesgos en curso se valorará y constituirá mensualmente con el 100% de las primas de riesgos en vigor, conforme a las porciones de riesgo retenido;
 - II. Para el reaseguro cedido, la reserva de riesgos en curso será el 50% del 100% de la prima de riesgo cedida en reaseguro; el resultado se multiplicará por el factor de transición F , de acuerdo al año, conforme a los siguientes valores:

Ejercicio (Año)	F
1998	0.75
1999	0.50
2000	0.25
2001 en adelante	0.00

La reserva de riesgos en curso constituida de acuerdo con lo señalado en la fracción I de la presente Disposición, se liberará mensualmente para incrementar la reserva de riesgos catastróficos en el mismo mes en el que se realice dicha liberación.

Para efectos de la presente Disposición, se entenderán como “huracán y otros riesgos hidrometeorológicos” los siguientes eventos:

- a) Avalanchas de lodo: Deslizamiento de lodo provocado por inundaciones o lluvias;
- b) Granizo: Precipitación atmosférica de agua que cae con fuerza en forma de cristales de hielo duro y compacto. Bajo este concepto además se cubren los daños causados por la obstrucción en los registros de la red hidrosanitaria y en los sistemas de drenaje localizados dentro de los predios asegurados y en las bajadas de aguas pluviales a consecuencia del granizo acumulado en las mismas;
- c) Helada: Fenómeno climático consistente en el descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles iguales o inferiores al punto de congelación del agua en el lugar de ocurrencia;
- d) Huracán: Flujo de agua y aire de gran magnitud, moviéndose en trayectoria circular alrededor de un centro de baja presión, sobre la superficie marina o terrestre con velocidad periférica de vientos de impacto directo igual o mayor a 118 kilómetros por hora, que haya sido identificado como tal por el Servicio Meteorológico Nacional;
- e) Inundación: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua, a consecuencia de desviación, desbordamiento o rotura de los muros de contención de ríos, canales, lagos, presas, estanques y demás depósitos o corrientes de agua, naturales o artificiales;
- f) Inundación por lluvia: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua de lluvia a consecuencia de la inusual y rápida acumulación o desplazamiento de agua originado por lluvias extraordinarias que cumplan con cualquiera de los siguientes hechos:
 - 1. que las lluvias alcancen por lo menos el 85% del promedio de los máximos de la zona de ocurrencia en los últimos diez años, eliminando el máximo y el mínimo observado, medido en la estación meteorológica más cercana, o
 - 2. que los bienes asegurados se encuentren dentro de una zona inundada que haya cubierto por lo menos una hectárea;
- g) Marejada: Alteración del mar que se manifiesta con una sobre elevación de su nivel debida a una depresión o perturbación meteorológica que combina una disminución de la presión atmosférica y una fuerza cortante sobre la superficie del mar producida por los vientos;
- h) Golpe de mar o tsunami: La agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo que eleva su nivel y se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones;
- i) Nevada: Precipitación de cristales de hielo en forma de copos;
- j) Vientos tempestuosos: Vientos que alcanzan por lo menos la categoría de depresión tropical, tornado o grado 8 según la escala de Beaufort (62 kilómetros por hora), de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional o registros reconocidos por éste, y
- k) Cualquier otro riesgo que forme parte de los riesgos cubiertos en el seguro de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.

A2.1.1.14. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que requieran operar planes de seguros de vida en condiciones distintas a las determinadas en las Disposiciones del presente Anexo Transitorio, para la constitución de las reservas correspondientes, deberán solicitar autorización de la Comisión.

Las autorizaciones que, en su caso se otorguen, tendrán carácter general y serán aplicables a todas las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas.

A2.1.1.15. Las bases técnicas que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán utilizar para la valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto, de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, serán las que se indican en los Apéndices A2.1.1.15.-a y A2.1.1.15.-b de este Anexo Transitorio.

A2.1.1.16. La forma y términos en que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán informar y comprobar a la Comisión lo concerniente a la constitución e incremento de las reservas de riesgos en curso se establece en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.

CAPÍTULO 1.2.**DE LA CONSTITUCIÓN DE LAS RESERVAS DE RIESGOS EN CURSO POR REASEGURO CEDIDO Y REASEGURO TOMADO, PARA LAS OPERACIONES DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES, ASÍ COMO DE DAÑOS**

- A2.1.2.1. Para efectos de estas Disposiciones, se entenderá por:
- I. Contrato de reaseguro proporcional, en singular o plural, a los contratos de reaseguro en los cuales se pacte la participación proporcional de la institución reaseguradora en el riesgo cubierto;
 - II. Contrato de reaseguro tomado, en singular o plural, a los contratos de reaseguro mediante los cuales una Institución de Seguros se compromete a tomar a su cargo parte de un riesgo de otra Institución de Seguros o de reaseguro, y
 - III. Institución que toma riesgo en reaseguro, a la Institución de Seguros que asume un riesgo mediante Contrato de reaseguro tomado.
- A2.1.2.2. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán constituir reservas de riesgos en curso por reaseguro cedido y reaseguro tomado, conforme a lo que se señala en las Disposiciones del presente Capítulo.
- A2.1.2.3. La forma y términos en que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán informar y comprobar a la Comisión lo concerniente a la constitución e incremento de las reservas de riesgos en curso por reaseguro cedido y reaseguro tomado, se establecen en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.
- A2.1.2.4. La reserva de riesgos en curso por reaseguro cedido correspondiente a las pólizas en vigor del seguro directo, se determinará para cada póliza como la porción de reserva que corresponda a la proporción de riesgo cedido en Contratos de reaseguro proporcional.
- A2.1.2.5. Las Instituciones de Seguros deberán aplicar, para la valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso por reaseguro tomado, el siguiente procedimiento:
- I. En el caso de Contratos de reaseguro tomado de tipo no proporcional en los cuales la prima emitida corresponda al costo establecido por la Institución de Seguros que toma riesgo en reaseguro, la constitución de la reserva de riesgos en curso se realizará con la parte no devengada de la prima emitida neta del costo de adquisición y margen de utilidad, así como de los contratos de reaseguro que se encuentren en vigor al momento de la valuación. La prima no devengada de las pólizas en vigor al momento de la valuación, deberá multiplicarse por el factor de suficiencia del ramo al cual corresponda el riesgo cubierto, determinado a la fecha de valuación por la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista que toma riesgo en reaseguro, para la reserva de riesgos en curso del seguro directo.

En el caso de que se realicen operaciones de retrocesión sobre las operaciones de reaseguro tomado, y dicha retrocesión se haga mediante Contratos de reaseguro proporcional, se determinará la participación de reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso del reaseguro tomado, como el resultado de multiplicar dicha reserva por el porcentaje de cesión proporcional que, en su caso, se haya realizado;
 - II. Para el caso de Contratos de reaseguro tomado de tipo proporcional, la constitución de la reserva de riesgos en curso por reaseguro tomado se realizará con la parte no devengada de la prima tomada, neta del costo de adquisición y margen de utilidad.

Cuando se conozca la vigencia, así como la prima de la póliza o pólizas de seguro directo cubiertas por el contrato de reaseguro de que se trate, la parte no devengada de la prima tomada deberá calcularse aplicando el factor exacto de proporción de tiempo no transcurrido de vigencia (factor de devengamiento) de la póliza del seguro directo.

Cuando no se conozca la vigencia, ni la prima de la póliza o pólizas de seguro directo cubiertas por el contrato de reaseguro de que se trate, la parte no devengada de la prima tomada deberá calcularse devengando, en forma exacta, la prima tomada a partir de la fecha en que dicha prima ingrese a la Institución de Seguros que toma riesgo en reaseguro como prima emitida, tomando como periodo total de devengamiento de dicha prima, un plazo equivalente al plazo de cobertura del Contrato proporcional de que se trate. Por lo anterior, se entenderá que cada una de las porciones de prima que ingresen a la Institución de Seguros que toma riesgo en reaseguro, deberá devengarse,

para efectos de la valuación de la reserva de riesgos en curso, durante un periodo equivalente al periodo de cobertura del riesgo previsto en el contrato de reaseguro, el cual será contado a partir de la fecha en que ingrese dicha prima a la Institución de Seguros que toma riesgo en reaseguro.

La prima no devengada de las pólizas en vigor al momento de la valuación deberá multiplicarse por el factor de suficiencia del ramo al cual corresponda el riesgo cubierto, determinado a la fecha de la valuación por la Institución de Seguros que toma riesgo en reaseguro, para la reserva de riesgos en curso del seguro directo.

Asimismo, en el caso de que las operaciones de reaseguro tomado se realicen bajo operaciones de retrocesión mediante Contratos de reaseguro proporcional, se determinará la participación de reaseguro cedido en la reserva de riesgos en curso, como el resultado de multiplicar la reserva de riesgos en curso determinada conforme al párrafo anterior, multiplicada por el porcentaje de cesión proporcional que, en su caso, se haya realizado;

III. En el caso de Instituciones de Seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro, que no cuenten con un factor de suficiencia de la operación del seguro directo, para los efectos de dar aplicación a los fracciones I y II anteriores, deberán proceder a calcular un factor de suficiencia basado en el análisis retrospectivo de sus siniestros brutos y las primas devengadas de sus operaciones realizadas en al menos los últimos tres años, tomando en cuenta los siguientes principios:

- a) El factor de suficiencia deberá ser determinado de manera diferenciada para las operaciones de reaseguro proporcional, no proporcional y Reaseguro Financiero, pudiendo la Institución de Seguros que toma riesgos en reaseguro proponer el cálculo de dicho factor, haciendo una distinción más amplia por tipos de contrato de reaseguro, cuando lo considere necesario, de acuerdo al comportamiento y características de sus riesgos de reaseguro tomado;
- b) El factor de suficiencia se determinará con los valores históricos del índice de siniestralidad que resulte de dividir los siniestros ocurridos entre las primas devengadas. Para efectos del cálculo del índice de siniestralidad, el monto de siniestros ocurridos y el monto de primas devengadas con que se determine el valor de dicho índice, deberán provenir de pólizas de reaseguro tomado suscritas en un mismo año calendario;
- c) El cálculo del factor de suficiencia deberá actualizarse trimestralmente con los datos de siniestros ocurridos y primas devengadas de la institución reaseguradora;
- d) Cuando, derivado del cálculo del factor de suficiencia, éste resulte inferior a 1 (uno), deberá definirse como 1 (uno) y aplicarse dicho valor para efectos de valuación de la reserva de riesgos en curso, y
- e) La reserva de riesgos en curso se determinará tomando como base el importe bruto de las obligaciones de las pólizas en vigor. Asimismo, se reconocerá la parte cedida en reaseguro (participación por reaseguro cedido), conforme a las disposiciones aplicables;

IV. Las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro, para efectos de aplicar lo dispuesto en las fracciones anteriores, procederán a registrar ante la Comisión, una nota técnica en la que se establezca el procedimiento mediante el cual determinarán el factor de suficiencia de su reserva de riesgos en curso.

Dicha nota técnica deberá exponer el procedimiento, hipótesis y estadísticas con que se calculará el factor de suficiencia, la prima devengada y los siniestros recibidos y deberá ser revisada y firmada por el actuario responsable de elaborar y firmar la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros, con el objeto de verificar que la estadística y parámetros con que se pretende realizar la valuación correspondan y sean congruentes con la experiencia de pagos de la Institución de Seguros que se trate, así como de constatar que el método propuesto se apega a los principios establecidos en las presentes Disposiciones.

La solicitud de registro de la nota técnica para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso, deberá ser firmada por el director del área técnica, o su equivalente, de la institución de reaseguro de que se trate.

Las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro que pretendan sustituir o realizar modificaciones a la nota técnica para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso registrada, deberán presentar ante la Comisión una nueva nota técnica para registro, conforme a lo establecido en la presentes Disposiciones, demostrando que el nuevo método actuarial refleja de mejor manera su experiencia de pago de reclamaciones y beneficios. En estos casos, deberá incluirse un estudio comparativo entre los resultados obtenidos conforme a la nueva metodología y la anterior, ser suscrito por el actuario responsable de la elaboración y firma de la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros de que se trate, así como la opinión del actuario independiente acerca de la razonabilidad y congruencia de los resultados de la nota técnica que se pretende registrar, con relación a la experiencia real de pagos de la Institución de Seguros respectiva.

Cuando la Comisión detecte que los resultados obtenidos de la aplicación de la nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso no reflejen razonablemente los patrones de pago de reclamaciones y beneficios, ordenará a la Institución de Seguros que realice las modificaciones necesarias a su nota técnica, las que deberá llevar a cabo en un plazo no mayor a treinta días hábiles, contado a partir de la recepción de la fecha de notificación. Si en el término de dicho plazo la Institución de Seguros de que se trate no procede a realizar las modificaciones correspondientes, la Comisión le asignará un método para efectuar dicha valuación.

La nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso quedará registrada mediante oficio que, al efecto, emita la Comisión y sólo podrá ser utilizada a partir de ese momento.

Cuando las Instituciones de Seguros no registren la nota técnica para la valuación de su reserva de riesgos en curso conforme a las presentes Disposiciones, esta Comisión les asignará un método mediante el cual deberán realizar su valuación, en tanto no registren la nota técnica respectiva;

- V. Lo establecido en el presente Capítulo no será aplicable para la valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso del seguro de terremoto y de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, u otros riesgos catastróficos en que se hayan definido, por parte de la Comisión, disposiciones en que se establezcan procedimientos específicos para la valuación de dicha reserva de riesgos en curso, y
- VI. En el caso de Contratos de reaseguro tomado, clasificados como contratos de Reaseguro Financiero en los términos de la LISF, las Instituciones de Seguros que toman riesgo en reaseguro deberán constituir sus reservas de riesgos en curso en congruencia con el riesgo asumido, de acuerdo a las características del contrato celebrado.

En tales casos, la reserva de riesgos en curso deberá corresponder al valor estimado de las obligaciones futuras derivadas del contrato de que se trate y constituirse durante el periodo de cobertura establecido en dicho contrato. Para tales efectos, las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro deberán proceder a registrar ante la Comisión los procedimientos de valuación de la reserva correspondiente a cada una de las modalidades de Reaseguro Financiero que pretendan operar.

CAPÍTULO 1.3.

DE LAS BASES TÉCNICAS PARA LA VALUACIÓN DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO Y DE LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS

- A2.1.3.1. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán determinar la prima de riesgo que servirá para la constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto, conforme a las bases técnicas indicadas en el Apéndice A2.1.1.15.-a.
- A2.1.3.2. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán determinar la prima de riesgo con que se constituirá la reserva de riesgos en curso para cada una de las pólizas en vigor, mediante el sistema de cómputo "Sistema R[®]" que opera conforme a las bases técnicas a que se refiere la Disposición A2.1.3.1., y que será proporcionado por la Comisión en términos de lo indicado en el Apéndice A2.1.3.2.

- A2.1.3.3. Una vez determinada la prima de riesgo para cada una de las pólizas en vigor, conforme al Apéndice A2.1.1.15.-a, se deberá calcular la reserva de riesgos en curso como la prima de riesgo no devengada, entendiéndose como tal, la parte alícuota al tiempo de vigencia no transcurrido a la fecha de valuación.
- A2.1.3.4. En el caso de pólizas que amparen riesgos que por sus características no puedan ser valuados con las bases técnicas establecidas en el Apéndice A2.1.1.15.-a (riesgos no valuables), la reserva de riesgos en curso deberá calcularse como la parte no devengada de la prima de riesgo retenida, calculada dicha prima de riesgo, como el 35% de las primas emitidas de cada una de las pólizas en vigor al momento de la valuación. Para estos efectos se considerarán riesgos no valuables, los siguientes:
- I. Pólizas que cubran riesgos de reaseguro tomado de entidades aseguradoras del extranjero;
 - II. Pólizas que cubran riesgos sobre bienes que se ubiquen en el extranjero;
 - III. Pólizas que cubran bienes ubicados en territorio nacional, pero que no cuenten con las características de construcción regular que se requieren para que puedan ser valuados con las bases técnicas contenidas en el Apéndice A2.1.1.15.-a, y
 - IV. Pólizas que, aun cuando correspondan a edificaciones de construcción regular con las características previstas en las bases técnicas establecidas en el Apéndice A2.1.1.15.-a y que, contando con toda la información sobre los bienes asegurados, sean cubiertas por los seguros de terremoto en condiciones o modalidades especiales que no puedan ser valuadas bajo dichas bases técnicas.
- A2.1.3.5. En el caso de pólizas que amparen bienes en territorio nacional que, aun correspondiendo al tipo de edificaciones de construcción regular con las características previstas en las bases técnicas establecidas en el Apéndice A2.1.1.15.-a, sean aseguradas en condiciones tales que se carezca de la información mínima requerida en el Apéndice A2.1.1.15.-a, que permita la correcta aplicación de las bases técnicas a que se refiere el propio Apéndice A2.1.1.15.-a, la reserva de riesgos en curso deberá calcularse como la parte no devengada de la prima de riesgo retenida de cada una de las pólizas en vigor al momento de la valuación.
- A2.1.3.6. Para efectos de la constitución de la reserva de riesgos en curso, el porcentaje de retención que deberá utilizarse como parte de la información que utiliza el "Sistema R[®]" a que se refiere la Disposición A2.1.3.2, debe determinarse considerando la porción de riesgo cedido en contratos de reaseguro proporcional o contratos de reaseguro facultativo no proporcional o working cover, que se hayan contratado riesgo por riesgo, con otras Instituciones de Seguros o entidades reaseguradoras.
- A2.1.3.7. La información que es necesaria para realizar la valuación de la reserva de riesgos en curso de los seguros de terremoto mediante el "Sistema R[®]" deberá ser organizada en una base de datos, conforme a lo que se indica en el Apéndice A2.1.1.15.-a, debiéndose observar lo siguiente:
- I. Las cantidades relativas a montos deben expresarse en moneda nacional, por lo que en el caso de pólizas emitidas en moneda extranjera, los montos correspondientes deberán convertirse a moneda nacional, conforme al tipo de cambio vigente a la fecha de valuación de la reserva.

Asimismo, las sumas aseguradas y demás cantidades que se encuentren indexadas a la inflación o a otra unidad de cuenta, deberán convertirse a su equivalente en moneda nacional, conforme al valor que tengan en la fecha de valuación de la reserva, y
 - II. Cuando se realicen modificaciones que afecten a cualquiera de las variables de la base de datos, ya sea por endosos de aumento o disminución o aclaración, dichas modificaciones deberán actualizarse en la base de datos correspondiente, previamente a la valuación de la reserva.
- A2.1.3.8. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán proporcionar a las Instituciones de Seguros o entidades reaseguradoras con las cuales hayan suscrito contratos de reaseguro proporcional, cuando menos trimestralmente, la información que forma parte de la base de datos a que se refiere el Apéndice A2.1.1.15.-a, correspondiente a cada uno de los riesgos cubiertos en los referidos contratos de reaseguro.

Las Instituciones de Seguros autorizadas para operar exclusivamente reaseguro, así como aquéllas que realicen operaciones de reaseguro tomado, deberán contar con una base de datos de pólizas en vigor del reaseguro tomado, la cual deberán actualizar trimestralmente, tanto con la información propia de operaciones de reaseguro tomado del extranjero, como con la información de reaseguro tomado del país que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas cedentes les proporcionen de sus propias bases de datos.

A2.1.3.9. La información correspondiente a la base de datos a que se refiere el Apéndice A2.1.1.15-a, así como la información póliza por póliza y demás, que arroje el “Sistema R[®]”, correspondiente a los resultados de cada una de las valuaciones mensuales de la reserva de riesgos en curso, deberá resguardarse en medios magnéticos u ópticos por las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas y estar disponible en forma inmediata, en caso de que sea requerida para efectos de inspección y vigilancia por la Comisión.

A2.1.3.10. Para efectos del cálculo de la Pérdida Máxima Probable que se utilizará para determinar el requerimiento de solvencia y el límite de la reserva de riesgos catastróficos de los seguros de terremoto, se deberá observar lo siguiente:

I. La Pérdida Máxima Probable se determinará mensualmente aplicando las bases técnicas que se indican en el Apéndice A2.1.1.15-a mediante el sistema de cómputo “Sistema R[®]” que será proporcionado por la Comisión, conforme a lo indicado en el Apéndice A2.1.3.2;

II. En el caso de pólizas de seguros de terremoto que, por ubicarse en algunos de los supuestos previstos en las Disposiciones A2.1.3.4 o A2.1.3.5, no puedan ser valuadas con las bases técnicas indicadas en el Apéndice A2.1.1.15-a, la Pérdida Máxima Probable se determinará, para cada póliza, como el monto que resulte de multiplicar el factor de Pérdida Máxima Probable (F_{PML}), obtenido de dividir la Pérdida Máxima Probable bruta (PML_{bruta}) de las pólizas en vigor que hayan sido valuadas mediante la aplicación de las bases técnicas a que se refiere el Apéndice A2.1.1.15-a, entre las sumas aseguradas brutas de dichas pólizas (SA_{bruta}), por la suma asegurada retenida (SA_{RETi}) de la póliza de que se trate.

En caso de que alguna Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no cuente con pólizas en vigor susceptibles de ser valuadas conforme a las referidas bases técnicas del Apéndice A2.1.1.15-a, deberá utilizar como factor de Pérdida Máxima Probable (F_{PML}), el 9%;

III. La información necesaria para realizar el cálculo de la Pérdida Máxima Probable de los seguros de terremoto, será la misma que se indica en la Disposición A2.1.3.1;

IV. Para efectos del cálculo de la Pérdida Máxima Probable, el porcentaje de retención que deberá utilizarse como parte de la información requerida por el “Sistema R[®]”, debe determinarse considerando la porción de riesgo cedido en contratos de reaseguro proporcional o contratos de reaseguro facultativo no proporcional o working cover, que se hayan contratado riesgo por riesgo, con otras Instituciones de Seguros o entidades reaseguradoras, y

V. La información correspondiente a la base de datos y los resultados de la valuación mensual de la Pérdida Máxima Probable que arroje el “Sistema R[®]”, deberá resguardarse en medios magnéticos u ópticos por las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas y deberá estar disponible en forma inmediata, en caso de que sea requerida para efectos de inspección y vigilancia por la Comisión.

A2.1.3.11. Los resultados de la valuación de la prima de riesgo y de la Pérdida Máxima Probable deberán presentarse en forma trimestral, como parte de los reportes de valuación de las reservas de riesgos en curso que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, en términos de lo establecido en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.

A2.1.3.12. El “Sistema R[®]”, así como los dispositivos de seguridad que se proporcionen a las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, son propiedad de la Comisión, por lo que, en caso de que las mismas dejen de operar en forma oficial los seguros de terremoto, dicho sistema y los dispositivos de seguridad deberán ser devueltos a la Comisión.

CAPÍTULO 1.4.**DE LOS MÉTODOS ACTUARIALES DE VALUACIÓN, CONSTITUCIÓN E INCREMENTO
DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE VIDA DE LAS
INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS**

A2.1.4.1. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán registrar ante la Comisión, en una nota técnica específica, los métodos actuariales mediante los cuales constituirán, incrementarán y valuarán mensualmente la reserva de riesgos en curso para las operaciones de vida. El método se deberá registrar conforme a lo indicado en el Apéndice A2.1.4.1.

Dicha nota técnica deberá contener lo siguiente:

- I. Las fórmulas y procedimientos del método actuarial mediante el cual la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista efectuará la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso;
- II. La información estadística que se utilizará para determinar los diversos parámetros del modelo actuarial con que se valuará la suficiencia de la reserva de riesgos en curso, tales como la siniestralidad, morbilidad, frecuencias, costos de administración e índices inflacionarios, entre otros;
- III. Cualquier otro aspecto especial que se considere en el modelo actuarial o en la estadística correspondiente, que pueda influir sobre los resultados de la valuación;
- IV. Un ejercicio de valuación de la reserva de riesgos en curso con información real correspondiente al cierre del trimestre inmediato anterior, en el cual se exhiba la aplicación del método actuarial que se somete a registro, así como los resultados obtenidos para cada uno de los tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, y en los cuales se pretenda aplicar dicho método, y
- V. Las hipótesis demográficas, financieras o de cualquier otro tipo que se pretendan aplicar en el método de valuación que se registra.

A2.1.4.2. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas podrán registrar métodos diferenciados por tipo de seguros, cuando a juicio del actuario responsable del registro, se requiera aplicar una metodología que tome en cuenta en forma específica el comportamiento, homogeneidad y características especiales de un determinado tipo de seguro.

A2.1.4.3. El método actuarial para la valuación de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida, deberá apegarse a los siguientes principios:

- I. La reserva de riesgos en curso debe corresponder al valor esperado de las obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de pago de beneficios y reclamaciones, que se deriven de su cartera de pólizas en vigor durante el tiempo que falta por transcurrir, desde el momento en que se realiza la valuación hasta el vencimiento de cada uno de los contratos de seguro, descontando el valor esperado de los ingresos futuros por concepto de primas netas. Para estos efectos, se entenderá que las primas netas se obtienen de deducir a la prima de tarifa los recargos para costos de adquisición, gastos de administración y márgenes de utilidad;
- II. El valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones, debe ser congruente cuantitativamente con los patrones de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista observados en su experiencia propia durante un periodo que, a juicio del actuario responsable de la valuación, refleje de manera apropiada el comportamiento de pago de beneficios y reclamaciones de la cartera;
- III. El valor esperado de las obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de reclamaciones, deberá basarse en la proyección de las pólizas en vigor de la cartera al momento de la valuación, considerando para tales efectos únicamente las salidas por siniestros y el vencimiento de la vigencia de los contratos de seguro;
- IV. Se podrán utilizar los patrones de frecuencia y severidad del mercado cuando, a juicio del actuario responsable de la valuación, la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no sea cuantitativa o cualitativamente suficiente para permitir la aplicación de los métodos estadísticos con un grado razonable de confiabilidad y la obtención de resultados congruentes con sus patrones de pago de beneficios y reclamaciones;

- V. Como parte del método de valuación se deberá determinar la suficiencia de la prima de riesgo con base en las reclamaciones ocurridas en un determinado periodo y la prima de riesgo devengada de las pólizas emitidas en ese mismo periodo, y
 - VI. Las tasas de interés técnico que, en su caso, se utilicen para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deberán determinarse basándose en criterios prudenciales que permitan que las hipótesis sobre tasas de interés adoptadas para el cálculo tengan un grado razonable de confiabilidad, considerando las políticas y portafolios de inversión de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, los riesgos asociados al mismo y tomando como referencia la tasa libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras.
- A2.1.4.4. La reserva de riesgos en curso deberá valuarse conforme a lo siguiente:
- I. Los métodos actuariales previstos en la nota técnica para la valuación de suficiencia de la reserva de riesgos en curso a que se refiere la Disposición A2.1.4.1, deberán consistir en un modelo de proyección de pagos futuros, basado en las reclamaciones y beneficios que se deriven de las pólizas en vigor de la cartera de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en cada uno de los tipos de seguros que opere;
 - II. Para el caso de los seguros de vida con temporalidad menor o igual a un año:
 - a) Una vez determinado el valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de pago de reclamaciones y beneficios derivados de las pólizas en vigor conforme al método de valuación registrado y, en su caso, descontado el valor esperado de los ingresos futuros por concepto de primas netas, se deberá comparar dicho valor con la prima de riesgo no devengada de las pólizas en vigor, con el objeto de obtener el factor de suficiencia que se aplicará para el cálculo de la reserva de riesgos en curso en cada uno de los tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista;
 - b) La reserva de riesgos en curso, en cada uno de los tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, será la que se obtenga de multiplicar la prima de riesgo no devengada de las pólizas en vigor, por el factor de suficiencia correspondiente. En ningún caso el factor de suficiencia que se aplique para estos efectos podrá ser inferior a uno;
 - c) El factor de suficiencia de la reserva de riesgos en curso deberá revisarse y actualizarse, cuando menos, en forma trimestral, con la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, y.
 - d) Adicionalmente, se deberá sumar a la reserva de riesgos en curso la parte no devengada de gastos de administración, los cuales se deberán calcular como la parte no devengada correspondiente a la porción de prima de tarifa anual de cada una de las pólizas en vigor al momento de la valuación;
 - III. Para los seguros de vida con temporalidad superior a un año:
 - a) La reserva de riesgos en curso de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no podrá ser inferior a la reserva que se obtenga mediante la aplicación del método actuarial para la determinación del monto mínimo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida que para tales efectos se establecen en el Capítulo 1.5 del presente Anexo Transitorio. Se entenderá que se cumple con el principio anterior, cuando la reserva de riesgos en curso valuada por la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, sin considerar el componente de gasto de administración, es mayor o igual que la reserva de riesgos en curso correspondiente al componente de riesgo obtenida conforme al método actuarial para la determinación del monto mínimo de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida antes referido;
 - b) En el caso de los seguros de vida individuales, grupo o colectivos con temporalidad superior a un año, donde el número de años que se pagará la prima sea menor al número de años que estará vigente el plan, se deberá calcular una provisión de los gastos de administración para ejercicios futuros. En tales casos, la citada provisión RG para gastos por devengar en años futuros, en un determinado año de vigencia t de la póliza, deberá estimarse como la diferencia entre el valor estimado de los gastos anuales futuros, menos el valor presente actuarial de los ingresos futuros correspondientes a la porción de primas de tarifa destinada a los citados gastos de administración. El monto que tendrá que reservarse, en su caso, para cada año t , deberá determinarse mediante el siguiente procedimiento actuarial:

- 1) La Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá definir, en la nota técnica del plan de que se trate, qué parte o porción de la prima de tarifa anual, corresponde a los gastos de administración, $GA_t^{(m)}$;
- 2) La Institución de Seguros o Sociedad Mutualista podrá definir, en la nota técnica del plan de que se trate, el escenario de gastos de administración que realizará anualmente durante el periodo de vigencia del seguro en cuestión, en cuyo caso deberá demostrar que el valor presente actuarial de los gastos que se efectuarán durante el periodo de vigencia del seguro sean equivalentes al valor presente actuarial de los gastos de administración, incluidos en la prima, que se cobrarán durante el periodo de pago de primas, es decir:

$$\sum_{t=0}^{m-1} v^t GA_{t+1}^{(m)} {}_t p_x = \sum_{t=0}^{n-1} v^t GA_{t+1}^{(n)} {}_t p_x$$

$$v^t = \frac{1}{(1+i)^t},$$

donde:

${}_t p_x$ probabilidad de supervivencia del asegurado,
 i tasa de interés prevista en la nota técnica del plan,
 m plazo de pago de primas,
 n número de años correspondiente a la vigencia del plan;

- 3) En el caso de que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no defina un escenario específico de los gastos de administración que realizará anualmente, se deberá determinar el gasto de administración anual equivalente, como:

$$GA_{t+1}^{(n)} = \frac{\sum_{t=0}^{m-1} v^t * GA_{t+1}^{(m)} * {}_t p_x}{\sum_{t=0}^{n-1} v^t * {}_t p_x}$$

- 4) Se determinará la provisión para gastos de administración futuros correspondiente al final del año de vigencia t , para un asegurado de edad x , como:

$$RG_t = \begin{cases} \frac{(RG_{t-1} + GA_t^{(m)} - GA_t^{(n)}) (1+i)}{{}_t p_{x+t-1}} & \forall 0 < t \leq m \\ \frac{(RG_{t-1} - GA_t^{(n)}) (1+i)}{{}_t p_{x+t-1}} & \forall m < t \leq n \end{cases}$$

- 5) Se determinará el valor exacto de la provisión para gastos de administración futuros correspondiente a r días posteriores al año de vigencia inmediato anterior t , como:

$$RG_{t+r} = \begin{cases} \frac{365-r}{365} (RG_t + GA_{t+1}^{(m)} - GA_{t+1}^{(n)}) + \frac{r}{365} RG_{t+1} & \forall t < m \\ \frac{365-r}{365} (RG_t - GA_{t+1}^{(n)}) + \frac{r}{365} RG_{t+1} & \forall m \leq t \leq n-1 \end{cases}$$

donde RG_{t+1} se refiere al valor que tendrá la provisión al cierre del ejercicio inmediato posterior al momento de la valuación, y

- 6) En el caso de seguros cuyos beneficios se encuentren indexados a la inflación, en dólares o en algún otro tipo de índice o moneda cuyo valor en el tiempo sea distinto al valor de la moneda nacional, se deberá aplicar el mismo método, haciendo los ajustes correspondientes a la tasa de interés técnico y reconocimiento del valor de la referida moneda o índice, respecto de la moneda nacional, en los montos y beneficios que intervienen en la aplicación del procedimiento.
- A2.1.4.5. La nota técnica en la que se establezca el método actuarial para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso que se someta a registro, deberá ser revisada y firmada por el actuario responsable de elaborar y firmar la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, mediante la firma electrónica registrada ante la Comisión, con el objeto de verificar que la estadística y parámetros con que se pretende realizar la valuación, correspondan y sean congruentes con la experiencia de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, así como de constatar que el método propuesto se apegue a los principios establecidos en las Disposiciones del presente Anexo Transitorio.
- A2.1.4.6. Cuando la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista pretenda sustituir o realizar modificaciones al método actuarial establecido en la nota técnica para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso registrada, deberá presentar una nueva nota técnica para registro conforme a lo establecido en estas Disposiciones, demostrando que el nuevo método actuarial refleja de mejor manera su experiencia de pago de reclamaciones y beneficios. En estos casos, deberá incluirse un estudio comparativo entre los resultados obtenidos conforme a la nota técnica que se pretenda registrar y la que se encuentre vigente, suscrito por el actuario responsable de la elaboración y firma de la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, así como la opinión del actuario independiente acerca de la razonabilidad y congruencia de los resultados de la nota técnica que se pretende registrar, con relación a la experiencia real de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate.
- A2.1.4.7. Cuando la Comisión detecte que los resultados obtenidos de la aplicación de la nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso no refleja razonablemente los patrones de pago de reclamaciones y beneficios de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, le ordenará, mediante oficio, que realice las modificaciones necesarias a su nota técnica en un plazo no mayor de treinta días hábiles contado a partir de la recepción del citado oficio. Si al término de dicho plazo la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no procede a realizar las modificaciones correspondientes, la Comisión procederá a asignarle un método para efectuar dicha valuación.
- A2.1.4.8. A falta de experiencia propia, o cuando la estadística sea insuficiente, la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá hacerlo del conocimiento de la Comisión, sometiendo a registro la nota técnica que utilizará en forma transitoria en tanto reúne la estadística necesaria y suficiente.
- A2.1.4.9. La nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso quedará registrada mediante oficio que al efecto emita la Comisión y la misma sólo podrá ser aplicada a partir de ese momento.
- A2.1.4.10. Cuando la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no registre la nota técnica en la que se establezca el método actuarial para la valuación de su reserva de riesgos en curso conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, la Comisión le asignará un método mediante el cual deberá realizar su valuación en tanto no registre la nota técnica respectiva.
- A2.1.4.11. Para los seguros de vida con temporalidad menor o igual a un año, la reserva de riesgos en curso obtenida conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, para cada póliza, no podrá ser inferior, en ningún caso, a la prima no devengada que, conforme a las condiciones contractuales, la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista esté obligada a devolver al asegurado en caso de cancelación del contrato.
- A2.1.4.12. Para el caso de los seguros de vida con temporalidad superior a un año, la reserva de riesgos en curso obtenida conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, para cada póliza, no podrá ser inferior, en ningún caso, al valor de rescate que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista esté obligada a devolver al asegurado en caso de cancelación del contrato, cuando dicho valor de rescate sea superior al valor de la reserva mínima, determinada conforme al Capítulo 1.5 del presente Anexo Transitorio.

CAPÍTULO 1.5.

DEL MÉTODO ACTUARIAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL MONTO MÍNIMO DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE VIDA DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS

A2.1.5.1. En el caso de los seguros de vida, la reserva de riesgos en curso valuada por las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, sin considerar el componente de gasto de administración, deberá ser mayor o igual a la reserva de riesgos en curso correspondiente al componente de riesgo (reserva matemática), obtenida conforme al método actuarial de reservas mínimas correspondiente a los planes en vigor al momento de la valuación, cuyas condiciones técnicas generales se señalan a continuación:

- I. Se calculará la reserva matemática terminal correspondiente al aniversario de cada una de las pólizas en vigor al momento de la valuación, como la diferencia entre el valor presente actuarial de obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, por concepto de pago de beneficios, y el valor presente actuarial de obligaciones futuras del asegurado por concepto de pago de primas netas.

Las obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, deberán corresponder específicamente a los pagos esperados futuros por supervivencia o mortalidad, en tanto que el valor presente actuarial de obligaciones futuras del asegurado deberá corresponder a la expectativa de ingresos futuros por concepto de primas netas basadas en la hipótesis de supervivencia del asegurado, utilizando para tales efectos las tablas de mortalidad y morbilidad dadas a conocer en el presente Anexo Transitorio. Asimismo, el valor presente a que se ha hecho referencia, deberá calcularse utilizando la tasa de interés técnico aplicable conforme al presente Anexo Transitorio;

- II. A la reserva matemática terminal se le restará la anualidad de amortización de las pérdidas del primer año de vigencia del plan, siempre y cuando dichas pérdidas se deriven de la aplicación de sistemas de pago de comisiones y costos de adquisición que en el primer año sean superiores a las comisiones niveladas y demás costos de adquisición nivelados incluidos en la prima de tarifa;
- III. Para calcular la pérdida del primer año con que se determinará la anualidad de amortización, la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá indicar en la nota técnica que registre, la pérdida para el primer año, calculada como la diferencia entre el costo de adquisición que estima pagar conforme a su nota técnica, en el primer año de vigencia del plan de que se trate ($CAdq_{NT}$) y la porción de prima de tarifa (α) del primer año, correspondiente al recargo por concepto de gastos de adquisición. Esto es:

$$PE_1 = CAdq_{NT} - PT_1 * \alpha,$$

donde:

PE_1 pérdida del primer año, y
 PT_1 prima de tarifa correspondiente al primer año;

- IV. Se determinará la pérdida amortizable de cada póliza, conforme al siguiente procedimiento:

- a) Se calculará la prima de ahorro del primer año (PAH_1) como la diferencia entre la prima neta nivelada (PN_1) y la prima natural (el costo esperado de siniestralidad del primer año). Esto es:

$$PAH_1 = PN_1 - CS_1,$$

donde CS_1 es el valor presente del costo esperado de siniestralidad del primer año. El valor presente del costo esperado de siniestralidad del primer año, para el caso particular de seguros de muerte, es:

$$CS_1 = SA * \frac{q_x}{1 + i}$$

- b) Una vez determinada la pérdida esperada del primer año y la prima de ahorro, se deberá determinar la pérdida amortizable (PA_1), como la pérdida esperada, siempre que no resulte superior a la prima de ahorro, es decir:

$$PA_1 = \text{Min}(PE_1, PAH_1)$$

- V. Se determinará la anualidad de amortización (AM_t) en cada año de vigencia del plan, como sigue:

$$AM_t = (PA_1) * F_x * \frac{\ddot{a}_{x+t:\overline{m-t}|}}{\ddot{a}_{x+1:\overline{m-1}|}},$$

donde:

$$F_x = \frac{(1+i)}{p_x}$$

y m indica el plazo de pago de primas del plan de que se trate.

La reserva mínima exacta en el primer año de vigencia de la póliza, se determinará como la parte no devengada de la prima natural de la cobertura de muerte (el costo de siniestralidad del primer año), más la diferencia entre la prima de ahorro y la pérdida amortizable, capitalizada mensualmente a una tasa de interés técnica i , siempre que dicha diferencia sea positiva. Es decir:

$${}_1V_x^{\text{min}} = \frac{\frac{q_x}{(1+i)}FD + (PAH_1 - PA_1)(1+i)^{t/365}}{p_x}$$

donde:

$$FD = \frac{365 - T}{365}$$

siendo T el número de días transcurridos desde el inicio de vigencia de la póliza hasta la fecha de valuación de la reserva.

- VI. La reserva mínima terminal a partir del segundo año de vigencia de la póliza, se determinará como la diferencia entre la reserva terminal de prima nivelada (${}_tV_x$) y la anualidad de amortización:

$${}_1V_x^{\text{min}} = {}_tV_x - AM_t$$

La reserva exacta al día k del año póliza t , deberá calcularse mediante la fórmula que se indica a continuación:

$${}_{t-1+\frac{T}{365}}V_x^e = \begin{cases} \frac{T}{365} {}_tV_x^{\text{min}} + \left(1 - \frac{T}{365}\right) \left({}_{t-1}V_x^{\text{min}} + PN_x + \frac{PA_1}{\ddot{a}_{x+1:\overline{m-1}|}} F_x\right) & t \leq m \\ \frac{T}{365} {}_tV_x^{\text{min}} + \left(1 - \frac{T}{365}\right) ({}_{t-1}V_x^{\text{min}}) & t > m \end{cases}$$

La reserva media que, en su caso, se calcule de manera alternativa al método de reserva exacta, se determinará conforme al siguiente procedimiento:

$${}_tV_x^m = \begin{cases} \frac{{}_{t-1}V_x^{\text{min}} + PN_x + \frac{PA_1}{\ddot{a}_{x+1:\overline{m-1}|}} F_x + {}_tV_x^{\text{min}}}{2} & t \leq m \\ \frac{{}_{t-1}V_x^{\text{min}} + {}_tV_x^{\text{min}}}{2} & t > m \end{cases}$$

donde:

${}_tV_x^m$ reserva media,
 ${}_tV_x^{min}$ reserva terminal al final del año póliza t ,
 ${}_{t-1}V_x^{min}$ reserva terminal al final del año póliza $t - 1$, y
 PN_x prima neta nivelada.

- A2.1.5.2. El procedimiento descrito en la Disposición A2.1.5.1, no aplicará para los planes de seguros de tipo flexible y vida universal.
- A2.1.5.3. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, en la nota técnica de los productos de seguros que registren, deberán señalar las fórmulas actuariales con las cuales calcularán la reserva matemática terminal. Adicionalmente, deberán indicar y justificar el esquema de gastos de adquisición que operarán y, en su caso, las pérdidas esperadas del primer año, así como la anualidad de amortización que aplicarán, en congruencia con el plazo de pago de primas del seguro en cuestión.

CAPÍTULO 1.6.

DE LOS MÉTODOS ACTUARIALES DE LA VALUACIÓN DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE PENSIONES O DE SUPERVIVENCIA RELACIONADOS CON LA EDAD, JUBILACIÓN O RETIRO DE PERSONAS, BAJO ESQUEMAS PRIVADOS COMPLEMENTARIOS A LA SEGURIDAD SOCIAL

- A2.1.6.1. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán registrar ante la Comisión, en una nota técnica específica, el método actuarial mediante el cual constituirán, incrementarán y valuarán mensualmente la reserva de riesgos en curso, mediante esquemas de suficiencia, para los seguros de pensiones o de supervivencia relacionados con la edad, jubilación o retiro de personas, bajo esquemas privados complementarios a la seguridad social.
- Dicha nota técnica deberá apegarse al Capítulo 1.4 del presente Anexo Transitorio, en relación con el registro de los métodos actuariales de valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso de los seguros de vida, con excepción de aquellas Disposiciones correspondientes a seguros de vida con temporalidad menor o igual a un año.
- A2.1.6.2. Se considerarán como seguros de pensiones o supervivencia relacionados con la edad, jubilación o retiro de personas, los planes de seguro que cumplan con lo siguiente:
- I. Que el beneficio consista en pagos periódicos de un determinado monto, siempre que dichos pagos estén sujetos al cumplimiento de la condición de supervivencia de una o más personas, o que el beneficio consista en el pago de montos periódicos sujetos a la condición de supervivencia y la existencia de cualquiera otra condición de carácter contingente, como invalidez, incapacidad, enfermedad, viudez, orfandad, etc., de una o más personas. En todos los casos, el periodo de pago de beneficios deberá ser superior o igual a dos años, y
 - II. Que el plan de que se trate se encuentre en periodo de pago de beneficios, en forma de montos periódicos pagaderos en los términos señalados en la fracción I de esta Disposición, o que el plan se encuentre en periodo de constitución de reserva matemática, siempre y cuando se trate de planes en los que la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista se comprometa con el asegurado al pago de beneficios en los términos señalados en la fracción I anterior, cuyo monto esté previamente definido y no esté sujeto al valor que alcance la reserva matemática.
- A2.1.6.3. La reserva de riesgos en curso valuada por las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, sin considerar el componente de gasto de administración, deberá ser mayor o igual a la reserva de riesgos en curso en la parte correspondiente al componente de riesgo (reserva matemática), obtenida conforme al método actuarial registrado por la propia Institución de Seguros o Sociedad Mutualista en la nota técnica de los planes en vigor al momento de la valuación.
- A2.1.6.4. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán modificar sus métodos de valuación de reserva de riesgos en curso que a la fecha se encuentren registrados ante la Comisión en las respectivas notas técnicas de los productos de pensiones, por el método modificado de reserva (Método de Reserva Mínima) indicado en la Capítulo 1.5 del presente Anexo Transitorio, siempre que se cumplan los supuestos de pérdida del primer año que se señalan en el citado Capítulo.
- A2.1.6.5. La reserva de riesgos en curso correspondiente a la parte del reaseguro cedido se determinará y se reconocerá conforme a las disposiciones aplicables.

CAPÍTULO 1.7.**DE LOS MÉTODOS ACTUARIALES DE VALUACIÓN Y SUFICIENCIA
DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE DAÑOS
Y DE ACCIDENTES Y ENFERMEDADES, DE LAS INSTITUCIONES
DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS**

A2.1.7.1 Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas deberán registrar ante la Comisión, en una nota técnica específica, los métodos actuariales mediante los cuales constituirán y valorarán mensualmente la reserva de riesgos en curso para las operaciones de daños y de accidentes y enfermedades. El método se deberá registrar conforme a lo indicado en el Apéndice A2.1.4.1 del presente Anexo Transitorio.

Dicha nota técnica deberá contener lo siguiente:

- I. Las fórmulas y procedimientos del método actuarial mediante el cual la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista efectuará la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso;
- II. Las hipótesis demográficas, financieras o de cualquier otro tipo que aplicarán en el método de valuación que se registra;
- III. La información estadística que se utilizará para determinar los diversos parámetros del modelo actuarial con que se valorará la suficiencia de la reserva de riesgos en curso, tales como la siniestralidad, morbilidad, frecuencias, costos de administración e índices inflacionarios, entre otros;
- IV. Cualquier otro aspecto especial que se considere en el modelo actuarial o en la estadística correspondiente, que pueda influir sobre los resultados de la valuación;
- V. Un ejercicio de valuación de la reserva de riesgos en curso con información real correspondiente al cierre del trimestre inmediato anterior, en el cual se exhiba la aplicación del método actuarial que se somete a registro, así como los resultados obtenidos para cada uno de los ramos o tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, y en los cuales se pretenda aplicar dicho método. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán solicitar la autorización de la Comisión para considerar la información al cierre de un periodo distinto al señalado en esta fracción, cuando acrediten en su solicitud, contando con la opinión favorable de su actuario independiente, que dicho periodo no muestra de manera representativa el comportamiento de su cartera, y
- VI. Se podrán utilizar los patrones de frecuencia y severidad del mercado nacional o internacional cuando, a juicio del actuario responsable de la valuación, la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no sea cuantitativa o cualitativamente suficiente para permitir la aplicación de los métodos estadísticos con un grado razonable de confiabilidad, o impida la obtención de resultados congruentes con sus patrones de pago de beneficios y reclamaciones.

A2.1.7.2. Los métodos para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso de los seguros de daños y de accidentes y enfermedades que registren las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, deberán estar diferenciados al menos por ramo. Asimismo, se podrán registrar métodos diferenciados por tipo de seguro, cuando a juicio del actuario responsable del registro, se requiera aplicar una metodología que tome en cuenta en forma específica el comportamiento, homogeneidad y características especiales de un determinado tipo de seguro.

A2.1.7.3. El método actuarial para la valuación de la reserva de riesgos en curso con base en el cual se lleve a cabo la proyección de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones y beneficios de los seguros de daños y de accidentes y enfermedades, deberá apegarse a los siguientes principios:

- I. La reserva de riesgos en curso debe corresponder al valor esperado de las obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de pago de beneficios y reclamaciones, que se deriven de su cartera de pólizas en vigor durante el tiempo que falta por transcurrir, desde el momento en que se realiza la valuación hasta el vencimiento de cada uno de los contratos;

- II. El método deberá consistir en un modelo de proyección de obligaciones futuras, basado en las reclamaciones y beneficios que se deriven de las pólizas en vigor de la cartera de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en cada uno de los ramos o, en su caso, de los tipos de seguros que opere;
- III. El valor esperado de las obligaciones futuras de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por concepto de reclamaciones y beneficios, deberá basarse en la proyección de las pólizas en vigor de la cartera al momento de la valuación, considerando, para tales efectos, únicamente los pagos por siniestros y el vencimiento de la vigencia de los contratos;
- IV. El valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de reclamaciones y beneficios debe ser congruente cuantitativamente con los patrones de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista observados en su experiencia propia durante un periodo que, a juicio del actuario responsable, refleje de manera apropiada el comportamiento de pago de beneficios y reclamaciones de la cartera;
- V. Como parte del método de valuación, se deberá determinar la suficiencia de la prima de riesgo con base en las reclamaciones ocurridas en un determinado periodo y la prima de riesgo devengada de las pólizas emitidas en ese mismo periodo;
- VI. Las tasas de interés técnico que, en su caso, se utilicen para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deberán determinarse basándose en criterios prudenciales que permitan que las hipótesis sobre tasas de interés adoptadas para el cálculo tengan un grado razonable de confiabilidad, considerando las políticas y portafolios de inversión de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, los riesgos asociados al mismo y tomando como referencia la tasa libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras;
- VII. Los parámetros de frecuencia y severidad que se utilicen para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deberán determinarse con el importe bruto del pago de beneficios y reclamaciones. En el caso de carteras de riesgos que por su naturaleza tengan baja frecuencia y alta severidad, el método de valuación deberá considerar información de un periodo suficientemente amplio que permita estimar de manera apropiada los referidos parámetros, y
- VIII. La reserva de riesgos en curso se determinará tomando como base el importe bruto de las obligaciones futuras derivadas de las pólizas en vigor. Asimismo, se reconocerá la parte cedida en reaseguro (participación por reaseguro cedido), conforme a las disposiciones aplicables. Para efectos de la valuación de la reserva de riesgos en curso póliza por póliza, se deberá calcular y mantener la información relativa a la parte cedida y retenida de la reserva de cada póliza, correspondiente a contratos de reaseguro.

A2.1.7.4 La reserva de riesgos en curso deberá calcularse y valorarse conforme a lo siguiente:

- I. Una vez determinada la proyección del valor esperado de las obligaciones futuras por concepto de pago de reclamaciones y beneficios, conforme al método de valuación registrado, se deberá comparar dicho valor con la prima de riesgo no devengada de las pólizas en vigor, con el objeto de obtener el factor de suficiencia que se aplicará para el cálculo de la reserva en cada uno de los ramos o, en su caso, de los tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista;
- II. En ningún caso, el factor de suficiencia que se aplique para estos efectos podrá ser inferior a uno, y deberá revisarse y actualizarse, cuando menos, en forma trimestral, con la experiencia de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista;
- III. La parte relativa al componente de riesgo de la reserva de riesgos en curso en cada uno de los ramos o, en su caso, de los tipos de seguros que opere la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, será la que se obtenga de multiplicar la prima de riesgo no devengada de las pólizas en vigor, por el factor de suficiencia correspondiente. Por lo tanto, el ajuste de la reserva de riesgos en curso por insuficiencia será el que resulte de multiplicar la prima de riesgo no devengada por el factor de suficiencia correspondiente, menos uno;

- IV. Adicionalmente, se deberá sumar a la parte relativa al componente de riesgo de la reserva de riesgos en curso, la parte no devengada de gastos de administración, la cual se deberá calcular como la parte no devengada correspondiente a la porción de prima de tarifa anual de cada una de las pólizas en vigor al momento de la valuación. Esto es, la reserva de riesgos en curso será la que se obtenga de sumar la prima de riesgo no devengada de las pólizas en vigor, más el ajuste por insuficiencia de la reserva y la parte no devengada de los gastos de administración, y
 - V. La reserva de riesgos en curso obtenida conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, para cada póliza, no podrá ser inferior, en ningún caso, a la prima de tarifa no devengada, previa disminución de la porción del costo de adquisición correspondiente, que conforme a las condiciones contractuales la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista esté obligada a devolver al asegurado en caso de cancelación del contrato.
- A2.1.7.5. La nota técnica para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso que se someta a registro ante la Comisión, deberá ser revisada y firmada por el actuario responsable de elaborar y firmar la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, mediante la firma electrónica registrada ante la Comisión, con el objeto de verificar que la estadística y parámetros con que se pretende realizar la valuación correspondan y sean congruentes con la experiencia de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, así como de constatar que el método propuesto se apega a los principios establecidos en las Disposiciones del presente Anexo Transitorio.
- A2.1.7.6. Cuando las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas pretendan sustituir o realizar modificaciones a la nota técnica para la valuación de la suficiencia de la reserva de riesgos en curso registrada, deberán presentar una nueva nota técnica para registro conforme a lo establecido en estas Disposiciones, demostrando que el nuevo método actuarial refleja de mejor manera su experiencia de pago de reclamaciones y beneficios. En estos casos, deberá incluirse un estudio comparativo entre los resultados obtenidos conforme a la nueva metodología y la anterior, suscrito por el actuario responsable de la elaboración y firma de la valuación de las reservas técnicas de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, así como la opinión del actuario independiente, acerca de la razonabilidad y congruencia de los resultados de la nota técnica que se pretende registrar, con relación a la experiencia real de pagos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista respectiva.
- A2.1.7.7. Cuando la Comisión detecte que los resultados obtenidos de la aplicación de la nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso no reflejen razonablemente los patrones de pago de reclamaciones y beneficios de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista correspondiente, le ordenará que realice las modificaciones necesarias a su nota técnica las que deberá llevar a cabo en un plazo no mayor a treinta días hábiles contado a partir de la recepción de la orden respectiva. Si en el término de dicho plazo la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate no procede a realizar las modificaciones correspondientes, la propia Comisión le asignará un método para efectuar dicha valuación.
- A2.1.7.8. A falta de experiencia propia, o cuando la estadística sea insuficiente, las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas deberán hacerlo del conocimiento de la Comisión, sometiendo a registro la nota técnica que utilizarán en forma transitoria en tanto reúnen la estadística necesaria y suficiente.
- A2.1.7.9. La nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso quedará registrada mediante oficio que al efecto emita la Comisión y la misma sólo podrá ser aplicada a partir de ese momento.
- A2.1.7.10. Cuando una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no registre la nota técnica para la valuación de su reserva de riesgos en curso conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, la Comisión le asignará un método mediante el cual deberá realizar su valuación en tanto no registre la nota técnica respectiva.
- A2.1.7.11. Las Disposiciones del presente Capítulo no serán aplicables para las reservas de riesgos en curso de los seguros de terremoto y de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.
- A2.1.7.12. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas que como resultado de la valuación de la reserva de riesgos en curso conforme a las Disposiciones del presente Capítulo, presenten déficit en algún ramo o tipo de seguro, podrán compensar dicho déficit, o una parte de éste, con el excedente que presenten otras reservas, y que pueda ser liberado en términos de la regulación aplicable.

CAPÍTULO 1.8.**DE LOS ESTÁNDARES DE PRÁCTICA ACTUARIAL QUE SE DEBERÁN
APLICAR PARA LA VALUACIÓN DE LAS RESERVAS TÉCNICAS,
LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS O SOCIEDADES MUTUALISTAS**

- A2.1.8.1. En la valuación de las reservas técnicas las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, además de observar lo previsto en las disposiciones legales y administrativas aplicables, deberán apegarse a los estándares de práctica actuarial adoptados por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C., que se señalan en el Apéndice A2.1.8.1.

CAPÍTULO 1.9.**DE LAS BASES TÉCNICAS PARA LA VALUACIÓN DE LA RESERVA DE RIESGOS
EN CURSO DE LOS SEGUROS DE HURACÁN Y OTROS RIESGOS
HIDROMETEOROLÓGICOS LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS
O SOCIEDADES MUTUALISTAS**

- A2.1.9.1. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, deberán determinar la prima de riesgo que servirá para la constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos del seguro de daños, conforme a los procedimientos técnicos indicados en el Apéndice A2.1.1.15-b.
- A2.1.9.2. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán determinar la prima de riesgo con que se constituirá la reserva de riesgos en curso, para cada una de las pólizas en vigor, mediante el sistema de cómputo que opere conforme a las bases técnicas a que se refiere la Disposición A2.1.9.1 y que les proporcione la Comisión conforme a lo indicado en el Apéndice A2.1.9.2, identificando por cada póliza la prima de riesgo retenida que le corresponda conforme a la porción de riesgo retenido y cedido en contratos de reaseguro proporcional o contratos de reaseguro facultativo no proporcional o working cover, que se hayan pactado riesgo por riesgo, con otras Instituciones o entidades reaseguradoras.
- A2.1.9.3. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, deberán calcular e informar a las Instituciones con las cuales hayan suscrito contratos de reaseguro proporcional, la fecha de inicio de vigencia, la prima de riesgo teórica obtenida conforme a la Disposición A2.1.9.1 y en la moneda en que ha sido suscrita la póliza.
- A2.1.9.4. En el caso de primas de reaseguro tomado de entidades aseguradoras del extranjero, la reserva de riesgos en curso deberá calcularse con el 35% de la parte no devengada de las primas en vigor retenidas. De la misma forma se determinará la prima de riesgo de aquellas pólizas que amparen bienes asegurados que se ubiquen en el extranjero o que consistan en edificaciones que no correspondan a edificios de construcción regular que por sus características especiales no puedan ser valuados con las bases técnicas y el sistema de cómputo mencionados en las Disposiciones del presente Capítulo.
- A2.1.9.5. Se entenderán como seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, aquéllos que cubran mediante una misma póliza de seguro, los daños producidos a edificios u otras construcciones, a los contenidos, las pérdidas consecuenciales y los bienes asegurados bajo convenio expreso, por alguno o todos los riesgos que se definen a continuación:
- I. Avalanchas de lodo: Deslizamiento de lodo provocado por inundaciones o lluvias;
 - II. Granizo: Precipitación atmosférica de agua que cae con fuerza en forma de cristales de hielo duro y compacto. Bajo este concepto además se cubren los daños causados por la obstrucción en los registros de la red hidrosanitaria y en los sistemas de drenaje localizados dentro de los predios asegurados y en las bajadas de aguas pluviales a consecuencia del granizo acumulado en las mismas;
 - III. Helada: Fenómeno climático consistente en el descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles iguales o inferiores al punto de congelación del agua en el lugar de ocurrencia;
 - IV. Huracán: Flujo de agua y aire de gran magnitud, moviéndose en trayectoria circular alrededor de un centro de baja presión, sobre la superficie marina o terrestre con velocidad periférica de vientos de impacto directo igual o mayor a 118 kilómetros por hora, que haya sido identificado como tal por el Servicio Meteorológico Nacional;

- V. Inundación: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua, a consecuencia de desviación, desbordamiento o rotura de los muros de contención de ríos, canales, lagos, presas, estanques y demás depósitos o corrientes de agua, naturales o artificiales;
 - VI. Inundación por lluvia: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua de lluvia a consecuencia de la inusual y rápida acumulación o desplazamiento de agua originado por lluvias extraordinarias que cumplan con cualquiera de los siguientes hechos:
 - a) Que las lluvias alcancen por lo menos el 85% del promedio de los máximos de la zona de ocurrencia en los últimos diez años, eliminando el máximo y el mínimo observado, medido en la estación meteorológica más cercana, o
 - b) Que los bienes asegurados se encuentren dentro de una zona inundada que haya cubierto por lo menos una hectárea;
 - VII. Marejada: Alteración del mar que se manifiesta con una sobre elevación de su nivel debida a una depresión o perturbación meteorológica que combina una disminución de la presión atmosférica y una fuerza cortante sobre la superficie del mar producida por los vientos;
 - VIII. Golpe de mar o tsunami: La agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo que eleva su nivel y se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones;
 - IX. Nevada: Precipitación de cristales de hielo en forma de copos, y
 - X. Vientos tempestuosos: Vientos que alcanzan por lo menos la categoría de depresión tropical, tornado o grado 8 según la escala de Beaufort (62 kilómetros por hora), de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional o registros reconocidos por éste.
- A2.1.9.6. La información para la valuación de la reserva de riesgos en curso de de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, deberá ser organizada en una base de datos, conforme a lo que se indica en el Apéndice A2.1.1.15-b, debiéndose observar lo siguiente:
- I. Las cantidades relativas a montos de la base de datos deberán estar expresadas en moneda nacional, por lo que en el caso de pólizas emitidas en moneda extranjera, los montos correspondientes deberán convertirse a moneda nacional, conforme al tipo de cambio publicado en el Diario Oficial de la Federación a la fecha de valuación de la reserva. Asimismo, las sumas aseguradas y demás cantidades que se encuentren indexadas a la inflación o a otra unidad de cuenta, deberán convertirse a su equivalente en moneda nacional, conforme al valor que tengan a la fecha de valuación de la reserva;
 - II. Cuando se realicen modificaciones que afecten a cualquiera de las variables de la base de datos, ya sea por endosos de aumento o disminución o aclaración a alguna(s) póliza(s), dichas modificaciones deberán actualizarse en la base de datos correspondiente, previamente a la valuación de la reserva;
 - III. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán identificar, en cada uno de los registros que constituyen su base de datos, el porcentaje de retención en contratos proporcionales realizados. La base de datos para este efecto deberá actualizarse y ser proporcionada, al menos trimestralmente, a cada una de las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas con las que hayan mantenido contratos de reaseguro durante el trimestre de que se trate;
 - IV. Las Instituciones de Seguros autorizadas para operar exclusivamente reaseguro, así como aquellas que realicen operaciones de reaseguro tomado, deberán contar con una base de datos de acuerdo a las pólizas en vigor del reaseguro tomado, la cual deberán actualizar trimestralmente con la información que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas cedentes les proporcionen de sus propias bases de datos, y
 - V. Para la correcta estructura y asignación de los campos definidos en las tablas contenidas en el Apéndice A2.1.1.15-b, en el mismo Apéndice se establecen especificaciones y se detalla la definición de cada uno de los conceptos que formarán la base de datos.

CAPÍTULO 1.10.**DE LAS BASES TÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DE LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE
DE LOS SEGUROS DE HURACÁN Y OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS
LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS O SOCIEDADES MUTUALISTAS**

- A2.1.10.1. Las bases técnicas para calcular la pérdida máxima probable con que se determinará el requerimiento de solvencia y el límite de la reserva de riesgos catastróficos de los riesgos retenidos por la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista correspondiente a la cartera de pólizas en vigor de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, serán las que se indican en el Apéndice A2.1.1.15-b.
- A2.1.10.2. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán determinar la pérdida máxima probable, mediante el sistema de cómputo que opere conforme a las bases técnicas a que se refiere la Disposición A2.1.9.1 y que les proporcione la Comisión conforme a lo indicado en el Apéndice A2.1.1.15-b. La pérdida máxima probable se determinará para la cartera de pólizas en vigor, conforme a la porción de riesgo retenido y cedido en contratos de reaseguro proporcional o contratos de reaseguro facultativo no proporcional o working cover, que se hayan pactado riesgo por riesgo, con otras Instituciones o entidades reaseguradoras.
- A2.1.10.3. Tratándose de operaciones de reaseguro tomado de entidades aseguradoras del extranjero, la pérdida máxima probable se determinará como el 9% de las sumas aseguradas retenidas de las pólizas de reaseguro tomado que se encuentren en vigor a la fecha del cálculo. De la misma forma se determinará la pérdida máxima probable de aquellas pólizas que amparen bienes asegurados que se ubiquen en el extranjero o que consistan en edificaciones que no correspondan a edificios de construcción regular que por sus características especiales no puedan ser valuados con las bases técnicas y el sistema de cómputo mencionados en el presente Anexo Transitorio.
- A2.1.10.4. El cálculo de la Pérdida Máxima Probable deberá realizarse mensualmente conforme a las pólizas en vigor al momento de la valuación y reportarse junto con la valuación de la reserva de riesgos en curso, en la forma y términos que para tales efectos se indica en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.

CAPÍTULO 1.11.**DE LOS CRITERIOS PARA VALUAR LAS RESERVAS TÉCNICAS
PARA CONTRATOS DE REASEGURO EN LOS QUE SE ESTABLEZCAN LÍMITES
DE RESPONSABILIDAD CON BASE EN LA SINIESTRALIDAD**

- A2.1.11.1. La reserva de riesgos en curso correspondiente a pólizas de seguro cubiertas mediante contratos de reaseguro donde se establezcan límites de responsabilidad del reasegurador, o variaciones en su participación en función de los niveles de siniestralidad enfrentados por la cedente, así como las demás reservas técnicas, no deben ser valuadas con base en la proporcionalidad establecida en el contrato de reaseguro, ya que dicha proporcionalidad no se cumple íntegramente. En estos casos, las reservas técnicas deben ser calculadas con base en una valoración técnica específica que determine con precisión el nivel de riesgo retenido en este tipo de contratos.

Los criterios técnicos específicos en lo relativo a la determinación del nivel de riesgo retenido para los efectos regulatorios relacionados con los procedimientos de valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso, así como de las demás reservas técnicas, en el caso de pólizas de seguro reaseguradas mediante contratos de reaseguro proporcional donde se establezcan cláusulas que limiten o produzcan variaciones en la participación del reasegurador en función de los niveles de siniestralidad que pueda enfrentar la cedente, se señalan en el Apéndice A2.1.11.1 del presente Anexo Transitorio.

- A2.1.11.2. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que realicen contratos de reaseguro donde se establezcan límites de responsabilidad del reasegurador, o variaciones en su participación en función de los niveles de siniestralidad enfrentados por la cedente, deberán aplicar los criterios señalados para efectos de la valuación, constitución e incremento de la reserva de riesgos en curso y de las demás reservas técnicas de seguros.
- A2.1.11.3. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que cuenten con contratos de reaseguro que tengan las características mencionadas, deberán solicitar a la Comisión los valores numéricos de las funciones de probabilidad con los cuales procederán a realizar la valuación de las reservas técnicas.

A2.1.11.4. Para los efectos de la Disposición A2.1.11.3, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán emplear los valores numéricos de la función de probabilidad del índice de siniestralidad de los siguientes seguros:

- I. Para los seguros de terremoto, los valores que se presentan en el Apéndice A2.1.11.4-a;
- II. Para los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, los valores que se presentan en el Apéndice A2.1.11.4-b, y
- III. Para los seguros de automóviles, los valores que se presentan en el Apéndice A2.1.11.4-c.

TÍTULO 2.

DE LAS RESERVAS DE OBLIGACIONES PENDIENTES DE CUMPLIR

CAPÍTULO 2.1.

DE LA CONSTITUCIÓN Y VALUACIÓN DE LA RESERVA PARA OBLIGACIONES PENDIENTES DE CUMPLIR POR SINIESTROS OCURRIDOS Y NO REPORTADOS Y DE LA RESERVA DE GASTOS DE AJUSTE ASIGNADOS AL SINIESTRO

A2.2.1.1. La constitución y valuación de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados, así como de la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, por parte de las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, en términos de lo previsto por la LISF, se regirá por lo dispuesto en las Disposiciones del presente Anexo Transitorio.

A2.2.1.2. La Comisión podrá modificar la forma y periodicidad de constitución y valuación de las reservas a las que se refiere la Disposición A2.2.1.1.

A2.2.1.3. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán de informar y comprobar a la Comisión todo lo concerniente a la constitución y valuación de las reservas a que se refiere el presente Capítulo, en la forma y términos establecidos en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.

A2.2.1.4. Se considera como reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados de una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, el monto que cada una de ellas obtenga conforme a la valuación trimestral que se realice para cada una de las operaciones y ramos a que se refiere la Disposición A2.2.1.5 del presente Anexo Transitorio.

Para fines del párrafo anterior, cada Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá considerar los montos estimados por pagar, de siniestros ocurridos en el ejercicio contable en curso o los correspondientes a ejercicios anteriores, pero cuyo aviso se prevé que se reciba en fechas posteriores al cierre del ejercicio de que se trate. Asimismo, deberán considerar los montos estimados de los pagos complementarios correspondientes a ejercicios anteriores, cuya estimación del siniestro haya sido insuficiente en relación a la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados, creada en el ejercicio contable en el cual se dio la ocurrencia del siniestro.

A2.2.1.5. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas deberán constituir y valuar la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados para cada una de las operaciones y ramos que se indican a continuación:

- I. Operación de vida, distinguiendo entre individual, grupo y colectivo;
- II. Operación de accidentes y enfermedades, de manera separada para accidentes personales, gastos médicos mayores y salud, distinguiendo entre individual, grupo y colectivo, y
- III. Operación de daños, de manera separada para cada uno de los ramos que la integran, distinguiendo en su caso, dentro de cada uno de los ramos la cobertura de responsabilidad civil de que se trate.

A2.2.1.6. Cada Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá constituir y valuar la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados, tomando como base el método actuarial de cálculo que, en su opinión, sea acorde con las características de su cartera y experiencia siniestral.

El cálculo de la reserva citada debe ser sobre el total de las responsabilidades que tenga la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate. Asimismo, se deberá realizar el cálculo de la participación del reasegurador en la misma reserva.

El procedimiento de cálculo de la reserva mencionada debe considerar, en su caso, el uso de cláusulas o condiciones especiales previamente registradas que acoten el periodo de pago de reclamaciones complementarias, de acuerdo al tipo de seguro de que se trate. Asimismo, dicho cálculo no debe considerar los pagos por concepto de dividendos, bonificaciones, vencimientos o rescates.

El periodo de base estadística para el cálculo de la reserva, debe depender del desarrollo de los siniestros de acuerdo a la experiencia de cada operación, ramo o tipo de seguro.

Al efecto, cada Institución de Seguros o Sociedad Mutualista deberá, de acuerdo a lo establecido en los artículos 200 y 201 de la LISF, registrar ante la Comisión, previamente a su utilización, el método de cálculo respectivo de la reserva citada.

Los métodos actuariales de valuación de reservas técnicas, para la constitución y valuación de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados y de la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, deberán registrarse sometiendo la nota técnica en cuestión, mediante el Sistema de Registro de Documentos señalado en los Capítulos 39.1 y 39.4 de la presente Circular, siguiendo las indicaciones establecidas en el instructivo que se indica en el referido Capítulo 39.4.

Cualquier modificación al método de cálculo o la utilización de uno nuevo deberá igualmente, como lo establece el párrafo anterior, registrarse previamente ante la Comisión.

A2.2.1.7. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deben presentar ante la Comisión el dictamen actuarial de la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados correspondiente al cierre contable de cada ejercicio, en el cual se haga constar si el monto de la reserva fue calculado de conformidad con el método actuarial registrado y si éste refleja razonablemente el monto a que se refiere el Disposición A2.2.1.4.

A2.2.1.8. El dictamen a que se refiere la Disposición anterior, sólo podrá ser realizado por un actuario independiente, quien deberá estar registrado ante la Comisión.

A2.2.1.9. Cuando la Comisión detecte un patrón sistemático de desviación en la reserva para obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados con respecto a los montos realmente provisionados, la propia Comisión podrá requerir a la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, para que proceda a modificar el método registrado, o bien, podrá asignarle un método específico para el cálculo de tal reserva.

A2.2.1.10. Se considera como reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro de una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, el monto obtenido conforme a la valuación trimestral que realice cada una de ellas para cada una de las operaciones y ramos indicados en la Disposición A2.2.1.5.

Esta reserva incluirá la totalidad de los montos por concepto de pagos de gastos de ajuste, para la atención de los siniestros ocurridos y no reportados, tales como honorarios de abogados y de ajustadores externos contratados para tal propósito.

A2.2.1.11. La constitución y valuación de la reserva de gastos de ajuste asignados al siniestro, se efectuará en los términos previstos de la Disposición A2.2.1.5.

CAPÍTULO 2.2.

DE LOS MÉTODOS ACTUARIALES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RESERVA DE SINIESTROS PENDIENTES DE VALUACIÓN

A2.2.2.1. Para efectos de este Capítulo se entenderá por reserva de siniestros pendientes de valuación, la reserva para obligaciones pendientes de cumplir de las operaciones de daños y de accidentes y enfermedades de siniestros respecto de los cuales los asegurados no hayan comunicado valuación alguna.

Para efectos de la valuación de la reserva de siniestros pendientes de valuación, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán obtener de la Comisión, el registro de un método actuarial establecido en una nota técnica que cumpla con los requisitos indicados en las presentes Disposiciones. El método se deberá registrar sometiendo la nota técnica en cuestión, mediante el Sistema de Registro de Documentos señalado en los Capítulos 39.1 y 39.4 de la presente Circular, siguiendo las indicaciones establecidas en el instructivo que se indica en el referido Capítulo 39.4.

A2.2.2.2. La nota técnica que se someta a registro deberá contener lo siguiente:

- I. La metodología actuarial mediante la cual se estimará el monto esperado de las obligaciones futuras, derivadas de siniestros reportados respecto de los cuales los asegurados no hayan comunicado valuación alguna, o se carezca de elementos que posibiliten determinar el monto exacto de la obligación de pago futura;
- II. Las estadísticas con base en las cuales se realizará la valuación y constitución de la reserva de siniestros pendientes de valuación;
- III. Otras hipótesis y consideraciones que se hayan hecho en la realización de la metodología y que puedan influir en los resultados obtenidos, y
- IV. Un ejercicio de valuación mediante el cual se exhiban los resultados de la aplicación del método actuarial que se somete a registro.

A2.2.2.3. La metodología actuarial utilizada por las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas que se establezca en la nota técnica, deberá apegarse a los siguientes principios generales:

- I. La reserva de siniestros pendientes de valuación deberá corresponder al valor esperado de los pagos futuros de siniestros que, habiendo sido reportados en el año en cuestión o en años anteriores, se puedan pagar en el futuro y no se conozca un importe preciso de éstos por no contar con una valuación, o bien, cuando se prevea que puedan existir obligaciones de pago futuras adicionales derivadas de un siniestro previamente valuado;
- II. La valuación deberá consistir en una proyección de pagos futuros basada en la estadística de siniestros de años anteriores, así como en las tendencias y patrones de pagos y registros de dichos siniestros. Para tales efectos, la información estadística deberá considerar los siniestros a que se hace referencia en la fracción anterior y deberá estar clasificada identificando como año de origen, el año en que ocurrió el siniestro, y como años de desarrollo, cada uno de los años en que se pagaron los siniestros derivados de un determinado año de origen;
- III. En la valuación deberá calcularse en forma complementaria a la proyección de obligaciones, el monto promedio de los siniestros pagados en años anteriores para cada uno de los tipos de seguros conforme a la experiencia real de pagos, y el monto promedio estimado para pagos futuros de esos mismos tipos de siniestros que podrían cubrirse con la reserva estimada para pagos futuros. En caso de que exista una diferencia relevante entre el monto promedio de siniestros pagados de años anteriores y el monto promedio de siniestros reservados para años futuros, se deberán identificar los elementos que justifiquen dicha diferencia, y en caso de que no exista tal justificación, se deberá realizar un ajuste a la reserva obtenida en la proyección con el objeto de mantener un monto promedio razonable para los pagos futuros;
- IV. La valuación deberá efectuarse desagregando la información estadística por lo menos a nivel ramo, pudiéndose realizar a un nivel menor siempre y cuando se cuente con información suficiente que permita la identificación de los patrones y las tendencias de pagos, así como la aplicación de métodos actuariales y estadísticos de proyección;
- V. La reserva de siniestros pendientes de valuación deberá estimarse con el importe bruto de los pagos futuros derivados de siniestros reportados en el ejercicio en cuestión o en ejercicios anteriores, y
- VI. Se calculará la participación por reaseguro cedido de la reserva de siniestros pendientes de valuación, con base en la participación por reaseguro cedido que corresponda de acuerdo a los contratos de reaseguro proporcional de cada póliza. Asimismo, se podrá reconocer la participación por reaseguro cedido de los contratos de reaseguro no proporcional, cuando se pueda conocer en forma concreta en un determinado siniestro, el monto que le corresponde cubrir a la reaseguradora del mismo, derivado del contrato.

El procedimiento de cálculo de la reserva de siniestros pendientes de valuación podrá considerar, en su caso, la existencia de cláusulas o condiciones especiales pactadas en el contrato que acoten el periodo de pago de las reclamaciones.

A2.2.2.4. El método actuarial establecido en la nota técnica que se someta a registro ante la Comisión deberá ser revisado y firmado por el actuario responsable de elaborar y firmar la valuación de las reservas técnicas de las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, con el objeto de verificar que la estadística, parámetros y resultados de la valuación sean congruentes con la experiencia de pagos de las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas, y que el método propuesto se apegue a los principios establecidos en las presentes Disposiciones.

- A2.2.2.5. Cuando las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas pretendan realizar modificaciones o sustitución del método actuarial establecido en la nota técnica registrada, deberán presentar una nueva nota técnica para registro conforme a lo establecido en estas Disposiciones, demostrando que el nuevo método actuarial refleja de mejor manera su experiencia. En estos casos, deberá incluirse un análisis comparativo entre los resultados obtenidos conforme a la nueva metodología y la anterior, suscrita por el actuario responsable de la elaboración de la citada nota técnica, así como la opinión del actuario independiente de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista acerca de la razonabilidad y congruencia de los resultados del nuevo método, con relación a la experiencia real de pagos de dichas Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas.
- A2.2.2.6. Cuando la Comisión detecte un patrón sistemático de desviación en los montos reservados, con respecto a los montos realmente pagados, podrá requerir a la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, para que proceda a modificar el método registrado, o bien la Comisión podrá asignarle un método específico. Asimismo, cuando una Institución de Seguros o Sociedad Mutualista no registre un método en los términos señalados en las presentes Disposiciones, la Comisión le asignará un método mediante el cual deberá realizar su valuación en tanto no cuente con un método propio para tales efectos.
- A2.2.2.7. A falta de experiencia propia, o cuando la estadística sea insuficiente, la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate deberá hacerlo del conocimiento de la Comisión sometiendo a registro una nota técnica con el método transitorio que utilizará en tanto reúna la estadística necesaria.
- A2.2.2.8. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán no considerar en el método actuarial establecido en la nota técnica que sometan a registro, aquellos montos que hayan sido incluidos en el método registrado ante la Comisión para la determinación de la reserva de obligaciones pendientes de cumplir por siniestros ocurridos y no reportados y de gastos de ajuste asignados al siniestro.
- A2.2.2.9. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas deberán reportar todo lo relacionado con los resultados obtenidos en la valuación de la reserva de siniestros pendientes de valuación en la forma y términos, establecidos en el Anexo Transitorio 10 de la presente Circular.

CAPÍTULO 2.3.

DE LOS MÉTODOS PARA LA VALUACIÓN DE LA RESERVA PARA OBLIGACIONES PENDIENTES DE CUMPLIR EN EL RAMO DE SEGUROS DE CRÉDITO A LA VIVIENDA

- A2.2.3.1. El método actuarial con el que podrán constituir la reserva para obligaciones pendientes de cumplir las Instituciones de Seguros autorizadas para operar el ramo de crédito a la vivienda que cuenten con experiencia propia y estadística suficiente, se deberá registrar sometiendo la nota técnica en cuestión, mediante el Sistema de Registro de Documentos señalado en los Capítulos 39.1 y 39.4 de la presente Circular, siguiendo las indicaciones establecidas en el instructivo que se indica en el referido Capítulo 39.4.
- A2.2.3.2. Los principios que deberá cumplir el método que se someta a registro son los siguientes:
- I. La Institución de Seguros autorizada para operar el ramo de crédito a la vivienda deberá presentar información estadística que muestre que el patrón de comportamiento del índice de incumplimientos por parte de los acreditados, que se convierten en siniestros para la Institución de Seguros, es distinto en tiempo y valor a los porcentajes indicados en el cuadro siguiente:

Número de meses de incumplimiento	Porcentaje aplicable a la suma asegurada
Un mes	1.5
Dos meses	6.5
Tres meses	17.5
Cuatro meses	50
Cinco meses	80
Seis meses o más	100

- II. El patrón de comportamiento deberá medirse mediante índices de incumplimientos que, con determinada antigüedad, se convierten en siniestros para la Institución de Seguros;
 - III. Los índices mencionados deberán determinarse con información estadística suficiente que permita la aplicación de métodos estadísticos para que la estimación de dichos índices corresponda a medidas de tendencia central. La confiabilidad del valor estimado del índice deberá determinarse en función de la varianza que resulte asociada a su valor estimado;
 - IV. La información estadística deberá corresponder a experiencia representativa del comportamiento de los incumplimientos que enfrente la Institución de Seguros. Podrán considerarse criterios cualitativos sobre situaciones operativas, contractuales, macroeconómicas, etc., que puedan, en forma evidente, influir sobre el valor estimado del índice, y
 - V. La información estadística deberá ser confiable, por lo que la Institución de Seguros deberá indicar el origen de dicha información, la fecha a la cual corresponde, el número de datos con la que fue obtenida, así como las características de los seguros de crédito a la vivienda de los cuales se originó, en el entendido de que deberá existir congruencia y homogeneidad entre la forma de operación y condiciones de riesgo de los seguros de los cuales se derivó la estadística, respecto de la forma de operación y condiciones de riesgo de los seguros de crédito a la vivienda que opera la Institución de Seguros.
- A2.2.3.3. La nota técnica que se someta a registro ante la Comisión, deberá ser revisada y firmada por un actuario certificado en la operación de daños, quien deberá verificar que el método, parámetros y estadística se apegan a los principios establecidos en las presentes Disposiciones.
- A2.2.3.4. Cuando las Instituciones de Seguros pretendan sustituir o realizar modificaciones a la nota técnica originalmente registrada, deberán presentar una nueva nota técnica a registro conforme a lo establecido en la Disposición A2.2.3.1 y demostrar que el nuevo método actuarial refleja de mejor manera su experiencia. En estos casos, deberá incluirse un estudio comparativo entre los resultados obtenidos conforme a la nueva metodología y la anterior, suscrito por un actuario certificado en la operación de daños, así como la opinión del actuario independiente de la Institución de Seguros, acerca de la razonabilidad y congruencia de los resultados de la nota técnica que se pretende registrar, con relación a la experiencia real de incumplimientos y siniestros.
- A2.2.3.5. Cuando la Comisión detecte que los resultados obtenidos de la aplicación de la nota técnica para la valuación de la reserva no reflejen razonablemente los patrones de obligaciones pendientes de cumplir de la Institución de Seguros correspondiente, le ordenará que realice las modificaciones necesarias.
- A2.2.3.6. La nota técnica que en su caso presente la Institución de Seguros, quedará registrada mediante el oficio que al efecto emita la Comisión y la misma sólo podrá ser aplicada a partir de ese momento.

CAPÍTULO 2.4.

DE LA INFORMACIÓN SOBRE LA CONSTITUCIÓN Y CANCELACIÓN DE LAS RESERVAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS

- A2.2.4.1. El artículo 68, fracción X, de la Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros señala que, en el caso de Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) ordenará la constitución e inversión, conforme a la LISF, de una reserva técnica específica para obligaciones pendientes de cumplir, cuyo monto no deberá exceder de la suma asegurada y dará aviso de ello, en su caso, a la Comisión. Dicha reserva se registrará en una partida contable determinada. Ese registro contable podrá ser cancelado por la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, bajo su estricta responsabilidad, si transcurridos ciento ochenta días naturales después de su anotación, el reclamante no ha hecho valer sus derechos ante la autoridad judicial competente o no ha dado inicio al procedimiento arbitral conforme a la Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros.
- Tratándose de las reservas técnicas específicas constituidas antes de 3 de enero de 1997, cuya constitución e inversión hubiere sido ordenada por la Comisión, la CONDUSEF resolverá las solicitudes existentes o que se lleguen a presentar por parte de las Instituciones de Seguros sobre la cancelación de la reserva específica para obligaciones pendientes de cumplir.

A2.2.4.2. Con excepción de las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar exclusivamente el reaseguro, así como las que operan Seguros de Pensiones, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que registren la reserva técnica específica para obligaciones pendientes de cumplir derivado de una reclamación, cuyo registro haya sido ordenado por la CONDUSEF, deberán presentar a la Comisión, dentro de los primeros veinte días naturales siguientes al cierre de cada mes, la información que enseguida se señala, sobre el cumplimiento de las órdenes de constitución de las reservas técnicas específicas de cada mes, sin perjuicio de que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas constituyan estas reservas dentro del plazo otorgado en los oficios mediante los cuales se les ordenen, así como de la cancelación de reservas específicas:

- I. Nombre del asegurado;
- II. Número de oficio girado por la CONDUSEF para su constitución;
- III. Monto de la reserva técnica específica ordenada;
- IV. Fecha del oficio de orden de constitución;
- V. Fecha de recepción del oficio de orden de constitución;
- VI. Número de la póliza de diario de registro de la reserva;
- VII. Fecha de la póliza de diario de registro de la reserva;
- VIII. Monto constituido;
- IX. Número de la póliza de diario de la cancelación de la reserva;
- X. Fecha de la póliza de diario de la cancelación de la reserva;
- XI. Monto cancelado;
- XII. Motivo de la cancelación, y
- XIII. Observaciones.

Para efectos de llenado del espacio relativo a “Fecha de la póliza de diario de registro de la reserva”, la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista que haya contabilizado las reservas técnicas específicas mediante póliza contable globalizadora, deberá consignar la fecha en que fue registrada la reserva en el registro de siniestros, siempre y cuando el monto de esta reserva forme parte de la respectiva cantidad total de la póliza de diario global.

A2.2.4.3. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que no reciban oficios en que les sea ordenada la constitución de alguna reserva técnica específica, deberán informarlo en la forma y plazo señalado en la Disposición A2.2.4.2.

A2.2.4.4. El archivo elaborado por las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que contenga la información prevista en la Disposición A2.2.4.2, deberá enviarse a la Comisión vía Internet, utilizando el Sistema de Entrega de Información Vía Electrónica (SEIVE), a través de la Página Web de la Comisión, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo 39.3 de la presente Circular y de acuerdo a lo señalado en el Apéndice A2.2.4.2 del presente Anexo Transitorio.

Una vez que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas hayan realizado el envío de información vía Internet a que se refiere el presente Capítulo, la información será recibida y validada por la Comisión.

En primera instancia, el SEIVE, a través de la Página Web de la Comisión, mostrará en la pantalla el número de transacción con el que se registra dicho envío. En forma simultánea, dicho Sistema notificará vía correo electrónico, la confirmación de la recepción y/o sustitución de la información, mediante un documento electrónico donde se especifica el número de transacción, así como la fecha y la hora de recepción.

Si alguna de las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas no pudiera realizar el envío de la información vía electrónica desde sus instalaciones, la Comisión pondrá a su disposición el equipo necesario para realizar exclusivamente el envío de que se trata. Para tal efecto, el interesado deberá presentarse en la Dirección General de Informática de la Comisión, con la información preparada para tales efectos.

A2.2.4.5. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán efectuar el asiento contable de constitución y/o cancelación de cada reserva técnica específica, mediante una póliza de diario individual que contenga los siguientes datos:

- I. Constitución de Reservas.
 - a) Número de póliza de diario de constitución de reserva;
 - b) Fecha de póliza de diario de registro de la constitución;
 - c) Número de oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
 - d) Fecha del oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
 - e) Nombre del asegurado, y
 - f) Constitución de las reservas técnicas específicas, de conformidad con el catálogo de cuentas, y
- II. Cancelación de Reservas.
 - a) Número de póliza de diario de cancelación de reserva;
 - b) Fecha de póliza de diario de cancelación de reservas;
 - c) Número de oficio girado por la CONDUSEF con el cual se ordenó su constitución;
 - d) Fecha del oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
 - e) Nombre del asegurado, y
 - f) Cancelación de las reservas técnicas específicas, de conformidad con el catálogo de cuentas.

Las pólizas de diario con todos los datos indicados deberán mantenerse disponibles en las oficinas de las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, para el caso de que la Comisión requiera la información y comprobación correspondientes.

A2.2.4.6. De acuerdo con el presente Capítulo, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán hacerse acreedoras a una o más de las sanciones establecidas en la LISF por los siguientes motivos:

- I. Por falta de presentación de la información a que se refiere el presente Capítulo dentro de los plazos establecidos para tales efectos, o por la presentación extemporánea de la citada información;
- II. Por la presentación de la información incorrecta, incompleta y/o inadecuada, y que dé lugar a su sustitución, y
- III. Cuando la información enviada no cumpla con las validaciones que la Comisión realice y que dé lugar a su sustitución.

TÍTULO 3.

DE LAS RESERVAS TÉCNICAS ESPECIALES

CAPÍTULO 3.1.

DE LA CONSTITUCIÓN E INCREMENTO DE LAS RESERVAS TÉCNICAS ESPECIALES DE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS

A2.3.1.1. Para efectos de las presentes Disposiciones, se entenderá por:

- I. Escala de Beaufort, escala numérica utilizada en meteorología que describe la velocidad y fuerza del viento, asignándole números que van del 0 (calma) al 12 (huracán), y
- II. Tasa Libor, tasa de interés denominada "London Interbank Offered Rate" calculada como el promedio aritmético de las tasas interbancarias activas del mercado de Londres, Reino Unido de la Gran Bretaña, para préstamos en dólares estadounidenses, publicada por The British Bankers Association, a través de medios masivos de comunicación, ya sea impresos o electrónicos, o su equivalente, correspondiente al día anterior al inicio del periodo en el que deba aplicarse.

- A2.3.1.2. En la operación de los seguros que, por su naturaleza, características especiales o de interés social, se utilicen bases demográficas experimentales, las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas constituirán e incrementarán una reserva técnica especial de contingencia con el diferencial que resulte en el ejercicio entre los ingresos de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista por este tipo de seguros, generados por las primas cobradas más el rendimiento obtenido de la inversión y los egresos por siniestros pagados y gastos autorizados en la nota técnica respectiva.

La reserva técnica especial de contingencia, será acumulativa y sólo podrá afectarse en caso de siniestro, previa autorización por parte de la Comisión, cuando se requiera en función de las características que le dieron origen.

- A2.3.1.3. En la operación del seguro obligatorio del viajero, las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas deberán constituir e incrementar en forma mensual una reserva técnica especial de riesgos catastróficos. Dicha reserva se denominará reserva de riesgos catastróficos del seguro obligatorio del viajero.

El incremento mensual de la reserva a que se refiere el párrafo anterior se calculará con la parte devengada del 71% de las primas retenidas de las pólizas en vigor. A dicho importe se adicionarán los productos financieros obtenidos de la inversión de la propia reserva, las comisiones y participación de utilidades de reaseguro.

Al incremento mensual acumulado calculado conforme al párrafo anterior, se le hará un ajuste al cierre de cada ejercicio, que consiste en deducir de dicho saldo el monto de los siniestros retenidos durante el ejercicio y el costo de la cobertura de contratos de reaseguros en exceso de pérdida contratados expresamente para este seguro. Cuando el resultado obtenido conforme al citado ajuste sea negativo, el incremento anual a la reserva de riesgos catastróficos del seguro obligatorio del viajero será cero.

Para efectos de valuación, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán calcular la parte devengada de las pólizas en vigor como un doceavo del promedio de los montos de primas retenidas al cierre del mes inmediato anterior y al cierre del mes al que se efectúa la valuación.

La reserva de riesgos catastróficos del seguro obligatorio del viajero será acumulativa y tendrá como límite de acumulación el monto que resulte mayor entre: (a) la suma de los importes correspondientes a las sumas aseguradas para las 80 personas con mayor suma asegurada de las pólizas en vigor que haya tenido la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista en este tipo de seguro en los últimos 36 meses de operación o (b) 800,000 UDI.

Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas dejarán de incrementar la reserva de riesgos catastróficos del seguro obligatorio del viajero en el momento en que el saldo de ésta sea igual al límite de acumulación de la misma a que se refiere el párrafo anterior.

La reserva de riesgos catastróficos del seguro obligatorio del viajero sólo podrá afectarse en caso de siniestros correspondiente al seguro de viajero, previa autorización de la Comisión, cuando se requiera en función de las características que le dieron origen.

- A2.3.1.4. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas autorizadas para practicar la operación de seguros de daños, que celebren contratos de seguros agrícolas y de animales, deberán constituir e incrementar una reserva técnica especial para riesgos catastróficos denominada reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- I. El incremento mensual de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales $\{INC_{RH}\}$ se hará con el 35% de la parte devengada de la prima de tarifa retenida de los seguros que cubran riesgos agrícolas y de animales.

Para tales efectos, la prima retenida de cada una de las pólizas que hayan estado en vigor durante el mes de valuación (PR), se multiplicará por el factor de devengamiento correspondiente al mes en cuestión (FD_m), es decir:

$$INC_{RH} = 0.35 * PR * FD_m$$

donde:

$$FD_m = \frac{D_m}{D_v}$$

y

D_m número de días que estuvo vigente la póliza durante el mes en cuestión.

D_v número de días de vigencia de la póliza en cuestión.

- II. A la reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales así determinada, se le adicionarán los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizará la media aritmética de la tasa Libor a 30 días. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente;
- III. El incremento a la reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales deberá efectuarse en forma mensual;
- IV. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán considerar para el diseño del programa de reaseguro de exceso de pérdida catastrófica respectivo, tanto en la prioridad como en sus capas, hasta el 50% de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales;
- V. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales será acumulativa y podrá afectarse, en forma automática en los siguientes supuestos:
 - a) Para el pago de siniestros derivados de la ocurrencia de eventos de tipo catastrófico cubiertos en los seguros agrícolas y de animales, en cuyo caso la afectación será por la parte retenida no cubierta por los contratos de reaseguro de exceso de pérdida. Se entenderá que se trata de un evento de tipo catastrófico, cuando sean eventos provenientes de fenómenos meteorológicos cuyos efectos se produzcan y causen daños sobre una amplia región del territorio mexicano, y
 - b) En adición, al término de cada ejercicio, la reserva podrá afectarse para compensar la pérdida técnica que se observe al cierre de un ejercicio, producida por la acumulación de los siniestros de los riesgos de las coberturas de los seguros agrícolas y de animales.
- VI. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos agrícolas y de animales sólo podrá afectarse, previa autorización de la Comisión, en los siguientes supuestos:
 - a) En el transcurso del ejercicio, para compensar la pérdida técnica que se observe, producida por la acumulación de los siniestros ocurridos durante el año, de los riesgos de las coberturas de seguros agrícola y de animales;
 - b) Para cubrir total o parcialmente el costo de reinstalación de las coberturas de reaseguro de exceso de pérdida, en los casos de afectación y agotamiento de dichas coberturas por los siniestros provenientes de los seguros agrícolas o de animales, que se produzcan en un evento catastrófico. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta del ejercicio de que se trate, derivada de los costos de reinstalación, sin que dicha afectación pueda exceder en una vez la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mututalista en el ejercicio correspondiente, calculada conforme a las bases técnicas que para tales efectos dé a conocer la Comisión, y
 - c) Para compensar el pago de coberturas de reaseguro de exceso de pérdida de los seguros agrícolas y de animales, cuando a juicio de la Comisión, se presente un endurecimiento generalizado del reaseguro internacional en el ejercicio de que se trate, que se traduzca en una elevación significativa de los costos de estas coberturas, produciendo, al cierre del ejercicio, una pérdida técnica que derive en una pérdida neta. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta del ramo en el ejercicio de que se trate, derivada de la diferencia entre el costo del reaseguro de exceso de pérdida del ejercicio de que se trate y el costo del reaseguro de exceso de pérdida que hubiese correspondido a la misma cobertura conforme a las tarifas de reaseguro del ejercicio inmediato anterior. En este supuesto, la afectación de la reserva sólo podrá realizarse en el ejercicio en el que, a juicio de la Comisión, se presente el endurecimiento del reaseguro y no podrá exceder de una vez la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mututalista en el ejercicio correspondiente.

A2.3.1.5. Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas autorizadas para practicar en la operación de seguros de daños, el ramo de riesgos catastróficos, que celebren contratos de seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos deberán constituir e incrementar una reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- I. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos será acumulativa y su incremento mensual se hará conforme al siguiente procedimiento:

La constitución e incremento de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos se hará con la liberación de la reserva de riesgos en curso de retención.

Para tales efectos, la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mututalista en el ejercicio correspondiente, calculada conforme a las bases técnicas que para tales efectos se establecen en el Apéndice A2.1.1.15-b del presente Anexo Transitorio, para cada una de las pólizas que hayan estado en vigor durante el mes de valuación (PR), se multiplicará por el factor de devengamiento correspondiente al mes en cuestión (FD_m).

$$INC_{RH} = PR * FD_m$$

donde:

INC_{RH} denota el incremento a la reserva de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, y

$$FD_m = \frac{D_m}{D_v}$$

donde:

D_m Es el número de días que estuvo vigente la póliza durante el mes en cuestión.

D_v Es el número de días de vigencia de la póliza en cuestión;

- II. Para efectos de la presente Disposición, se entenderán como “huracán y otros riesgos hidrometeorológicos” los siguientes eventos:
 - a) Avalanchas de lodo: Deslizamiento de lodo provocado por inundaciones o lluvias;
 - b) Granizo: Precipitación atmosférica de agua que cae con fuerza en forma de cristales de hielo duro y compacto. Bajo este concepto además se cubren los daños causados por la obstrucción en los registros de la red hidrosanitaria y en los sistemas de drenaje localizados dentro de los predios asegurados y en las bajadas de aguas pluviales a consecuencia del granizo acumulado en las mismas;
 - c) Helada: Fenómeno climático consistente en el descenso inesperado de la temperatura ambiente a niveles iguales o inferiores al punto de congelación del agua en el lugar de ocurrencia;
 - d) Huracán: Flujo de agua y aire de gran magnitud, moviéndose en trayectoria circular alrededor de un centro de baja presión, sobre la superficie marina o terrestre con velocidad periférica de vientos de impacto directo igual o mayor a 118 kilómetros por hora, que haya sido identificado como tal por el Servicio Meteorológico Nacional;
 - e) Inundación: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua, a consecuencia de desviación, desbordamiento o rotura de los muros de contención de ríos, canales, lagos, presas, estanques y demás depósitos o corrientes de agua, naturales o artificiales;
 - f) Inundación por lluvia: El cubrimiento temporal accidental del suelo por agua de lluvia a consecuencia de la inusual y rápida acumulación o desplazamiento de agua originado por lluvias extraordinarias que cumplan con cualquiera de los siguientes hechos:

- i. Que las lluvias alcancen por lo menos el 85% del promedio de los máximos de la zona de ocurrencia en los últimos diez años, eliminando el máximo y el mínimo observado, medido en la estación meteorológica más cercana, o
 - ii. Que los bienes asegurados se encuentren dentro de una zona inundada que haya cubierto por lo menos una hectárea.
 - g) Marejada: Alteración del mar que se manifiesta con una sobre elevación de su nivel debida a una depresión o perturbación meteorológica que combina una disminución de la presión atmosférica y una fuerza cortante sobre la superficie del mar producida por los vientos;
 - h) Golpe de mar o tsunami: La agitación violenta de las aguas del mar a consecuencia de una sacudida del fondo que eleva su nivel y se propaga hasta las costas dando lugar a inundaciones;
 - i) Nevada: Precipitación de cristales de hielo en forma de copos;
 - j) Vientos tempestuosos: Vientos que alcanzan por lo menos la categoría de depresión tropical, tornado o grado 8 según la escala de Beaufort (62 kilómetros por hora), de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional o registros reconocidos por éste, y
 - k) Cualquier otro riesgo que forme parte de los riesgos cubiertos en el seguro de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos;
- III. A la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos así determinada, se le adicionarán los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizará la media aritmética de la tasa Libor a 30 días. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente;
- IV. El incremento a la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos deberá efectuarse en forma mensual;
- V. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas podrán considerar para el diseño del programa de reaseguro de exceso de pérdida catastrófica respectivo, tanto en la prioridad como en sus capas, hasta el 50% de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos.
- No se considerarán para efectos de la constitución de esta reserva técnica especial, los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos que tengan como objeto cubrir bienes correspondientes a los seguros de agrícola o de animales;
- VI. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos podrá afectarse en forma automática, sin perjuicio de lo señalado en la Disposición A2.3.1.12, sólo en los siguientes supuestos:
- a) Por la suma de los importes de las estimaciones de siniestros derivados de la ocurrencia de alguno de los riesgos de las coberturas citadas en la fracción II de la presente Disposición, en cuyo caso la afectación será por la parte retenida no cubierta por los contratos de reaseguro de exceso de pérdida, y
 - b) En adición, al término de cada ejercicio, la reserva podrá afectarse para compensar la pérdida técnica que se observe, producida por la acumulación de los siniestros ocurridos en el año, de los riesgos de las coberturas, citados en la fracción II de la presente Disposición;
- VII. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos sólo podrá afectarse, previa autorización de la Comisión, en los siguientes supuestos:
- a) En el transcurso del ejercicio, para compensar la pérdida técnica que se observe, producida por la acumulación de los siniestros ocurridos durante el año, de los riesgos de las coberturas, citados en la fracción II de esta Disposición;

- b) Para el pago de siniestros derivados de la ocurrencia de un evento de tipo catastrófico de alguna de las coberturas de seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, en caso de la falta de pago por parte del reasegurador debido a factores de insolvencia, siempre y cuando se trate de reaseguradores inscritos en el RGRE, al momento de la contratación de la cobertura de reaseguro;
 - c) Para cubrir total o parcialmente el costo de reinstalación de las coberturas de reaseguro de exceso de pérdida, en los casos de afectación y agotamiento de dichas coberturas por los siniestros provenientes de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, que se produzcan en un evento catastrófico. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta del ejercicio de que se trate, derivada de los costos de reinstalación, sin que dicha afectación pueda exceder en una vez la prima de riesgo de retención de la Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas en el ejercicio correspondiente, y
 - d) Para compensar el pago de coberturas de reaseguro de exceso de pérdida de los seguros de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, cuando a juicio de la Comisión, se presente un endurecimiento generalizado del reaseguro internacional en el ejercicio de que se trate, que se traduzca en una elevación significativa de los costos de estas coberturas, produciendo, al cierre del ejercicio, una pérdida técnica que derive en una pérdida neta. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta en este tipo de seguro del ejercicio de que se trate, derivada de la diferencia entre el costo del reaseguro de exceso de pérdida del ejercicio de que se trate y el costo del reaseguro de exceso de pérdida que hubiese correspondido a la misma cobertura conforme a las tarifas de reaseguro del ejercicio inmediato anterior. En este supuesto, la afectación de la reserva sólo podrá realizarse en el ejercicio en el que, a juicio de la Comisión, se presente el endurecimiento del reaseguro y no podrá exceder de una vez la prima de riesgo de retención de la Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas en el ejercicio correspondiente, y
- VIII. El saldo de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos no deberá ser superior al cierre del ejercicio anual de que se trate, a su límite máximo, el cual se determinará mediante el siguiente procedimiento técnico:
- a) Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, deberán calcular la Pérdida Máxima Probable (PML_t) correspondiente a la cartera de pólizas en vigor del seguro de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos, conforme a lo establecido en el Apéndice A2.1.1.15-b del presente Anexo Transitorio;
 - b) Se determinará el Factor de Pérdida Máxima Probable ($\bar{F}_{PML}$), como el promedio de los cocientes del (PML_t), calculado conforme a las bases técnicas señaladas en el Apéndice A2.1.1.15-b y las sumas aseguradas de pólizas en vigor de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en los últimos cinco ejercicios anuales. El valor del (PML) así como de las sumas aseguradas a que se refiere esta Disposición, serán las que correspondan al 31 de diciembre de cada año.

$$\bar{F}_{PML} = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{PML_t}{SA_t}$$

- c) Se determinará el promedio del valor actualizado de las sumas aseguradas ($\bar{SA}$) de las pólizas en vigor del seguro de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos al 31 de diciembre de los últimos cinco ejercicios empleando para efectos de la actualización, el incremento anual en el Índice Nacional de Precios al Consumidor ($\Delta INPC$):

$$\bar{SA} = \frac{\sum_{t=1}^5 \prod_{j=t}^5 (1 + \Delta INPC_j) * (SA_t)}{5}$$

donde:

SA_t denota la suma asegurada del ejercicio t .

- d) Se calculará el factor de retención promedio de la Institución de Seguros o Sociedad Mututalista de que se trate, en el seguro de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos ($\overline{FR}$), como el promedio de los porcentajes que resulten de dividir las sumas aseguradas de retención (SAR_t) respecto de las sumas aseguradas totales (SAT_t) de pólizas en vigor al 31 de diciembre de los mencionados cinco ejercicios anuales:

$$\overline{FR} = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{SAR_t}{SAT_t}$$

- e) La Pérdida Máxima Probable Promedio ($\overline{PML}_t$) se calculará como el producto del factor ($\overline{F}_{PML}$) el promedio de las sumas aseguradas ($\overline{SA}$), y el factor de retención promedio ($\overline{FR}$).

$$\overline{PML}_t = \overline{F}_{PML} * \overline{SA} * \overline{FR}$$

- f) El límite máximo de acumulación de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos (LT_{RH}) será el 90% de la Pérdida Máxima Probable Promedio ($\overline{PML}_t$), correspondiente a los últimos cinco ejercicios anuales:

$$LT_{RH} = 0.9 * (\overline{PML}_t)$$

- g) El valor de la Pérdida Máxima Probable Promedio ($\overline{PML}_t$) se calculará al cierre de cada ejercicio anual, por lo que dicho valor permanecerá constante, para efectos de cálculo, durante cualquiera de los meses anteriores al último mes del ejercicio en cuestión, y
- h) Cuando los valores utilizados para los cálculos a los que se refiere el presente inciso, tales como sumas aseguradas o niveles de retención, en algún ejercicio, sean tales que desvirtúen en forma importante el cálculo del límite máximo de acumulación de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de huracán y otros riesgos hidrometeorológicos a que se refiere la presente Disposición, la Comisión, previo análisis de la situación, establecerá la forma y términos en que se deberá proceder a corregir tal situación.

A2.3.1.6. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mututalistas autorizadas para practicar en la operación de seguros de daños, el ramo de riesgos catastróficos, deberán constituir e incrementar una reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto y/o erupción volcánica del ramo de riesgos catastróficos, mediante los siguientes procedimientos:

- I. La constitución e incremento de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de la cobertura de terremoto y/o erupción volcánica del ramo de riesgos catastróficos, se hará con la liberación de la reserva de riesgos en curso de retención.

Para tales efectos, la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mututalista en el ejercicio correspondiente, calculada conforme a las bases técnicas que para tales efectos se establecen en el Apéndice A2.1.1.15-a del presente Anexo Transitorio, para cada una de las pólizas que hayan estado en vigor durante el mes de valuación (PR), se multiplicará por el factor de devengamiento correspondiente al mes en cuestión (FD_m).

$$INC_{RCAT} = PR * FD_m$$

donde:

$$FD_m = \frac{D_m}{D_v}$$

y

D_m Es el número de días que estuvo vigente la póliza durante el mes en cuestión.

D_v Es el número de días de vigencia de la póliza en cuestión.

A la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto así determinada, se le adicionarán los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizará la media aritmética de la tasa Libor a 30 días. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente;

- II. El incremento a la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de la cobertura de terremoto y/o erupción volcánica del ramo de riesgos catastróficos, deberá efectuarse en forma mensual;
- III. Las Instituciones de Seguros o Sociedades Mutualistas podrán considerar para el diseño del programa de reaseguro de exceso de pérdida catastrófica respectivo, tanto en la prioridad como en sus capas, hasta el 50% de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto;
- IV. El saldo de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto a que se refiere la presente Disposición no deberá ser superior al cierre del ejercicio de que se trate, a su límite máximo, el cual se determinará mediante el siguiente procedimiento técnico:
 - a) Las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas deberán calcular la Pérdida Máxima Probable (PML_t) correspondiente a la cartera de pólizas en vigor de los seguros de terremoto, conforme a las bases técnicas establecidas en el Apéndice A2.1.1.15-a del presente Anexo;
 - b) Se determinará el Factor de Pérdida Máxima Probable ($\bar{F}_{PML}$), como el promedio de los cocientes del PML_t , calculado conforme a las bases técnicas que se señalan en el Apéndice A2.1.1.15-a del presente Anexo, y las sumas aseguradas de pólizas en vigor de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en los últimos cinco años. El valor del PML así como de las sumas aseguradas a que se refiere esta Disposición, serán las que correspondan al 31 de diciembre de cada año.

$$\bar{F}_{PML} = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{PML_t}{SA_t}$$

- c) Se determinará el promedio del valor actualizado de las sumas aseguradas $\overline{SA}$ de las pólizas en vigor al 31 de diciembre de los últimos cinco ejercicios en el ramo de terremoto, empleando para efectos de la actualización, el incremento anual en el Índice Nacional de Precios al Consumidor ($\Delta INPC$):

$$\overline{SA} = \frac{\sum_{t=1}^5 \prod_{j=t}^5 (1 + \Delta INPC_j) * (SA_t)}{5}$$

- d) Se calculará el factor de retención promedio de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista de que se trate, en el ramo de terremoto ($\overline{FR}$), como el promedio de los porcentajes que resulten de dividir las sumas aseguradas de retención (SAT_t) respecto de las sumas aseguradas totales (SAT_t) de pólizas en vigor al 31 de diciembre de los mencionados cinco años:

$$\overline{FR} = \frac{1}{5} \sum_{t=1}^5 \frac{SAR_t}{SAT_t}$$

- e) La Pérdida Máxima Probable Promedio ($\overline{PML}_t$) se calculará como el producto del factor $\overline{F}_{PML}$ el promedio de las sumas aseguradas, y $\overline{SA}$ el factor de retención promedio $\overline{FR}$.

$$\overline{PML}_t = \overline{F}_{PML} * \overline{SA} * \overline{FR}$$

- f) El límite máximo de acumulación de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto (LT_{RCAT}) será el 90% de la Pérdida Máxima Probable Promedio ($\overline{PML}_t$), correspondiente a los últimos cinco años.

$$LT_{RCAT} = 0.9 * (\overline{PML}_t)$$

- g) El valor de la Pérdida Máxima Probable Promedio $\overline{PML}_t$, se calculará al cierre de cada año, por lo que dicho valor permanecerá constante, para efectos de cálculo, durante cualquiera de los meses anteriores al último mes del ejercicio en cuestión, y
- h) Cuando los valores utilizados para los cálculos a los que se refiere el presente inciso, tales como sumas aseguradas o niveles de retención, en algún año sean tales que desvirtúen en forma importante el cálculo del límite máximo de acumulación de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de terremoto a que se refiere la presente Disposición, la Comisión, previo análisis de la situación, establecerá la forma y términos en que se deberá proceder a corregir tal situación.

A2.3.1.7. Las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar la operación de seguros de daños en el ramo de crédito a la vivienda, deberán constituir e incrementar una reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda, la cual será acumulativa y se hará de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- I. La constitución e incremento de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda se hará con el 50% de la liberación de la reserva de riesgos en curso de retención.

A la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda así determinada, se le adicionarán los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizará la media aritmética de la Tasa Libor a 30 días. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente;

- II. El incremento a la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda, deberá efectuarse en forma mensual;
- III. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda podrá afectarse, previa autorización de la Comisión, y sin perjuicio de lo señalado en la Disposición A2.3.1.12, cuando la siniestralidad del ejercicio exceda del 35% de la prima devengada de retención del ejercicio de que se trate, y

- IV. Las aportaciones para la constitución de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de crédito a la vivienda a que se refiere la fracción I anterior deberán mantenerse en dicha reserva, a partir de que se hubiesen efectuado y hasta que concluya el periodo que resulte mayor de entre los siguientes:

- a) Ciento cuarenta y cuatro meses, y
- b) El plazo equivalente al de la vigencia original de la cobertura del seguro de crédito a la vivienda que dio origen a la aportación.

Una vez transcurrido el plazo que resulte conforme al párrafo anterior, la Institución de Seguros deberá liberar el valor en términos reales de la aportación original correspondiente.

A2.3.1.8. Las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar la operación de seguros de daños en el ramo de garantía financiera deberán constituir e incrementar una reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de garantía financiera, la cual será acumulativa y se hará de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- I. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de garantía financiera deberá ser equivalente a la cantidad que resulte mayor entre las siguientes:
 - a) El 50% de las primas emitidas totales multiplicada por el máximo que resulte entre (1) el porcentaje de retención de primas de la Institución de Seguros de los cinco ejercicios anteriores y (2) el porcentaje promedio de retención de primas del conjunto de las Instituciones de Seguros autorizadas para practicar los seguros de garantía financiera de los cinco ejercicios anteriores, para cada una de las cuatro categorías señaladas en el inciso b) de esta fracción, y
 - b) La cantidad que resulte de aplicar los siguientes porcentajes al monto en vigor de principal y accesorios o cualquier otro concepto asegurado, neto de reaseguro y Colateral, para cada una de las siguientes categorías:
 - 1) Para Bonos Estatales y Municipales, el 0.55%;
 - 2) Para Valores Respaldados por Activos, el 0.66%;
 - 3) Para Valores Garantizados que cuenten con respaldo de Colateral o con plazo de maduración de 7 años o menos, el 1.0%, y
 - 4) Para Valores Garantizados que no cuenten con respaldo de Colateral y con plazo de maduración mayor de 7 años, el 1.5%;
- II. Las aportaciones para la constitución de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de garantía financiera deberán efectuarse en forma trimestral aplicando los siguientes porcentajes al monto de la reserva requerida conforme a lo señalado en la fracción I. anterior:
 - a) Para Bonos Estatales y Municipales, el 1.25%, hasta alcanzar el monto de la reserva requerida;
 - b) Para Valores Respaldados por Activos, el 1.67%, hasta alcanzar el monto de la reserva requerida;
 - c) Para Valores Garantizados que cuenten con respaldo de Colateral o con plazo de maduración de 7 años o menos, el 1.67%, hasta alcanzar el monto de la reserva requerida, y
 - d) Para Valores Garantizados que no cuenten con respaldo de Colateral y con plazo de maduración mayor de 7 años, el 1.67%, hasta alcanzar el monto de la reserva requerida.

Al saldo de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de garantía financiera así determinada, se le adicionarán los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente para la reserva constituida en moneda nacional y, para la constituida en moneda extranjera, se utilizará la media aritmética de la Tasa Libor a 30 días. Los respectivos productos financieros serán capitalizables mensualmente, y

- III. La reserva técnica especial para riesgos catastróficos de seguro de garantía financiera podrá afectarse, previa autorización de la Comisión y sin perjuicio de lo señalado en la Disposición A2.3.1.12, cuando la siniestralidad exceda del 35% de la prima devengada de retención del ejercicio, tratándose de seguros referidos a Bonos Estatales y Municipales y Valores Respaldados por Activos, y del 65% de la prima devengada de retención del ejercicio, tratándose de seguros referidos a Valores Garantizados.

- A2.3.1.9. Las cantidades dispuestas por las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas de las reservas técnicas especiales, conforme a los supuestos previstos en las presentes Disposiciones, deberán reponerse en los términos señalados en las mismas.

La Comisión podrá autorizar la utilización de cantidades adicionales de las referidas reservas técnica especial cuando las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas acrediten la ocurrencia de un evento extraordinario que ponga en riesgo su estabilidad o solvencia y comprometa el cumplimiento de sus obligaciones con sus asegurados.

- A2.3.1.10. Las Instituciones de Seguros deberán informar y comprobar a la Comisión todo lo concerniente a la constitución, incremento y afectación de las reservas técnicas especiales a que se refiere el presente Capítulo en la forma y términos establecidos en el Anexo Transitorio 10 de esta Circular.

- A2.3.1.11. El saldo de la reserva técnica especial para riesgos catastróficos de la cobertura de terremoto y/o erupción volcánica sólo podrá afectarse, previa autorización de la Comisión, en los supuestos siguientes:

- I. Para el pago de siniestros derivados de la ocurrencia de un evento de tipo catastrófico de terremoto y/o erupción volcánica, en cuyo caso la afectación será por la parte no cubierta por los contratos de reaseguro de exceso de pérdida. La reserva podrá afectarse para compensar la pérdida técnica que se observe al cierre de un ejercicio, producida por la acumulación de los siniestros de terremoto y/o erupción volcánica del año, sin que dicho monto pueda ser superior a la pérdida neta del ejercicio en ese ramo;
- II. Para el pago de siniestros derivados de la ocurrencia de un evento de tipo catastrófico de terremoto y/o erupción volcánica, en caso de no pago por parte del reasegurador debido a factores de insolvencia, siempre y cuando se trate de reaseguradores inscritos en el RGRE;
- III. Para cubrir total o parcialmente el costo de reinstalación de las coberturas de reaseguro de exceso de pérdida, en los casos de afectación y agotamiento de dichas coberturas por los siniestros que se produzcan en un evento catastrófico de terremoto y/o erupción volcánica. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta en el subramo en el ejercicio de que se trate, derivada de los costos de reinstalación, sin que dicha afectación pueda exceder en una vez la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista en el ejercicio correspondiente, calculada conforme a las bases técnicas que se establecen en el Apéndice A2.1.1.15-a del presente Anexo Transitorio, y
- IV. Para compensar el pago de coberturas de reaseguro de exceso de pérdida de terremoto y/o erupción volcánica cuando, a juicio de la Comisión, se presente un endurecimiento generalizado del reaseguro internacional en el ejercicio de que se trate, que se traduzca en una elevación significativa de los costos de estas coberturas, produciendo, al cierre del ejercicio y en ese ramo, una pérdida técnica que derive en una pérdida neta. En este caso, el monto máximo que podrá afectarse de la reserva será de hasta la pérdida neta en el ramo en el ejercicio de que se trate, derivada de la diferencia entre el costo del reaseguro de exceso de pérdida del ejercicio de que se trate y el costo del reaseguro de exceso de pérdida que hubiese correspondido a la misma cobertura conforme a las tarifas de reaseguro del ejercicio inmediato anterior. En este supuesto, la afectación de la reserva sólo podrá realizarse en el ejercicio en el que, a juicio de la Comisión, se presente el endurecimiento del reaseguro y no podrá exceder de una vez la prima de riesgo de retención de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista en el ejercicio correspondiente, calculada conforme a las bases técnicas que se establecen en el Apéndice A2.1.1.15-a del presente Anexo Transitorio.

- A2.3.1.12. Bajo ninguna circunstancia, las reservas técnicas especiales a que se refieren las presentes Disposiciones, podrán afectarse para compensar una pérdida técnica o neta, que se origine por el cobro de primas insuficientes por parte de las Instituciones de Seguros.

- A2.3.1.13. Las tasas efectivas mensuales promedio de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días y de la tasa Libor a 30 días, para el ejercicio que se trate, serán las que se indican en el Apéndice A2.3.1.13.

TÍTULO 4.**DE LA RESERVA DE CONTINGENCIA DE LAS SOCIEDADES MUTUALISTAS****CAPÍTULO 4.1.****DE LA CONSTITUCIÓN E INCREMENTO DE LA RESERVA DE CONTINGENCIA
DE LAS SOCIEDADES MUTUALISTAS**

- A2.4.1.1. La constitución e incremento de la reserva de contingencia de las Sociedades Mutualistas se deberá realizar con apego a lo siguiente:
- I. Se determinará la prima de riesgo devengada retenida al cierre del ejercicio, correspondiente a los riesgos asegurados de aquellos, ramos, subramos o tipos de seguros para los cuales, en términos de la normatividad aplicable, no exista la obligación de constituir reservas técnicas especiales;
 - II. Se determinarán los siniestros retenidos al cierre del ejercicio, provenientes de riesgos asegurados de aquellos ramos, subramos o tipos de seguros para los cuales, en términos de la normatividad aplicable, no exista la obligación de constituir reservas técnicas especiales;
 - III. El incremento anual a la reserva de contingencia se determinará como el 20% de la diferencia entre las primas retenidas devengadas, calculadas conforme a la fracción I anterior y los siniestros retenidos determinados conforme a la fracción II, anterior, siempre que dicha diferencia sea positiva, y
 - IV. Durante el año, el saldo de la reserva de contingencia que se tenga constituida al cierre de cada mes se le adicionarán mensualmente los productos financieros calculados con base en la tasa efectiva mensual promedio de las emisiones del mes en cuestión, de los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días o su tasa equivalente.
- A2.4.1.2. La reserva de contingencia de las Sociedades Mutualistas tendrá como límite la pérdida máxima probable, la cual deberá corresponder a una estimación de las pérdidas extraordinarias que puedan producirse en un año, ante escenarios posibles de comportamiento adverso de los correspondientes riesgos asegurados. Dicha estimación deberá realizarse con un grado de confiabilidad no inferior al 99.5%.
- A2.4.1.3. La pérdida máxima probable a que se refiere la Disposición A2.4.1.2, deberá determinarse anualmente con la información estadística del correspondiente riesgo o tipo de riesgo que opere la Sociedad Mutualista.
- La pérdida máxima probable deberá calcularse con la información estadística de la propia Sociedad Mutualista, sobre el comportamiento adverso de los correspondientes riesgos cubiertos, que sea homogénea, oportuna, suficiente y confiable. En caso de que la pérdida máxima probable se base en simulación de fenómenos naturales, se podrán utilizar estudios y estadísticas de mercado.
- A2.4.1.4. El procedimiento y parámetros de cálculo de la pérdida máxima probable a que se refiere la Disposición A2.4.1.2, deberá ser presentado por la Sociedad Mutualista mediante solicitud ante la Comisión para su autorización, y sólo podrá aplicarse una vez que dicho procedimiento haya sido autorizado. El estudio para la determinación de la pérdida máxima probable, deberá ser elaborado y firmado por un actuario con cédula profesional que además cuente con la certificación vigente en valuación de reservas técnicas en la operación correspondiente, otorgada por el colegio profesional de la especialidad, o que cuente con la acreditación de conocimientos respectiva ante la Comisión.
- La Comisión contará con un plazo que no podrá exceder de sesenta días hábiles, contado a partir del día hábil inmediato siguiente a la presentación de la solicitud correspondiente, para que resuelva lo que corresponda. Si transcurrido el plazo señalado, no se ha emitido la resolución, la misma se entenderá en sentido negativo y la Sociedad Mutualista se estará a lo dispuesto en la Disposición A2.4.1.5.
- A2.4.1.5. Cuando una Sociedad Mutualista no obtenga la autorización de la pérdida máxima probable a que se refiere la Disposición A2.4.1.4, el límite de acumulación de la reserva técnica de contingencia será el equivalente a la suma de la prima emitida de los últimos tres ejercicios correspondiente a aquellos ramos, subramos o tipos de seguros para los cuales, en términos de la normatividad aplicable, no exista la obligación de constituir reservas técnicas especiales.

- A2.4.1.6. La reserva de contingencia podrá afectarse, previa autorización de la Comisión a la solicitud que al efecto le presente la Sociedad Mutualista, en caso de que al cierre del ejercicio de que se trate, exista una pérdida técnica determinada como la diferencia negativa entre las primas devengadas y los siniestros retenidos, determinados dichas primas y siniestros conforme a las fracciones I y II de la Disposición A2.4.1.1. En este caso, el monto de la afectación será como máximo el equivalente al monto de la pérdida técnica.

La Comisión contará con un plazo que no podrá exceder de sesenta días hábiles, contado a partir del día hábil inmediato siguiente a la presentación de la solicitud correspondiente, para que resuelva lo que corresponda. Si transcurrido el plazo señalado, no se ha emitido la resolución, la misma se entenderán en sentido negativo.

- A2.4.1.7. La información relativa a la valuación, constitución, incremento y registro de la reserva de contingencia deberá reportarse a la Comisión, en la forma y términos que se establecen en el Anexo Transitorio 10 de esta Circular.

TÍTULO 5.

DE LA RESERVAS TÉCNICAS DE FIANZAS

CAPÍTULO 5.1.

DE LA CONSTITUCIÓN, INCREMENTO Y VALUACIÓN DE LAS RESERVAS TÉCNICAS DE FIANZAS EN VIGOR Y DE CONTINGENCIA DE FIANZAS DE LAS INSTITUCIONES DE FIANZAS

- A2.5.1.1. Las Instituciones de Fianzas deberán constituir, incrementar y valorar las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, de conformidad con lo que se señala en el presente Capítulo.
- A2.5.1.2. La Comisión podrá modificar la forma y periodicidad de constitución e incremento de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas.
- A2.5.1.3. Las Instituciones de Fianzas deberán informar y comprobar a la Comisión todo lo concerniente a la constitución, incremento y valuación de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, en la forma y términos señalados en el Anexo Transitorio 10 de esta Circular.
- A2.5.1.4. Para efectos de la constitución, incremento y valuación de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, las Instituciones de Fianzas adoptarán la clasificación por ramo y subramo de fianzas que se indica a continuación:

Ramo I.- Fianzas de Fidelidad

Subramo I.1.- Individuales

Subramo I.2.- Colectivas

Ramo II.- Fianzas Judiciales

Subramo II.1.- Judiciales Penales

Subramo II.2.- Judiciales No Penales

Subramo II.3.- Judiciales que amparen a los conductores de automóviles

Ramo III.- Fianzas Administrativas

Subramo III.1.- De Obra

Subramo III.2.- Proveeduría

Subramo III.3.- Fiscales

Subramo III.4.- Arrendamiento

Subramo III.5.- Otras Fianzas Administrativas

Ramo IV.- Fianzas de Crédito

Subramo IV.1.- Suministro

Subramo IV.2.- Compraventa

Subramo IV.3.- Financieras

Subramo IV.4.- Otras Fianzas de Crédito

A2.5.1.5. Las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, se constituirán con base en la prima de reservas, P_R , la cual sirve para financiar el pago de las reclamaciones esperadas de las Instituciones de Fianzas, en tanto se efectúa el proceso de adjudicación y realización de las garantías de recuperación aportadas por el fiado, así como para financiar el pago de las reclamaciones de las fianzas que no requieren garantías de recuperación en términos de lo previsto en los artículos 168 y 170 de la LISF.

A2.5.1.6. La prima de reservas, P_R , a la que se refiere el Disposición anterior se calculará de acuerdo a los siguientes procedimientos:

- I. En el caso de las fianzas de fidelidad y las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles, la prima de reservas, P_R^{FA} , con la cual se determinarán las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, se calculará como el índice anual de reclamaciones pagadas esperadas de la Institución de Fianzas (ω_{Ci}), multiplicado por el monto afianzado suscrito (MA_S):

$$P_R^{FA} = \omega_{Ci} \times MA_S$$

- II. Tratándose de los demás tipos de fianzas, la prima de reservas, P_R^{JAC} , con la cual se determinarán las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, será el resultado de multiplicar el monto afianzado suscrito (MA_S), por el respectivo índice de reclamaciones pagadas esperadas por ramo de fianza, correspondiente a la Institución de Fianzas de que se trate (ω_{Ci}), siempre que dicho índice sea mayor o igual al correspondiente índice de reclamaciones pagadas esperadas por ramo del mercado (ω_{Mi}). Para los casos en que el índice de la Institución de Fianzas (ω_{Ci}) sea inferior al índice del mercado (ω_{Mi}), la prima de reservas se deberá determinar con el índice que resulte del promedio ponderado del índice propio y del mercado (ω_{Pi}), el cual deberá multiplicarse por el monto afianzado suscrito (MA_S), tal como se indica a continuación:

$$P_R^{JAC} = \begin{cases} MA_S \times \omega_{Ci} & \text{si } \omega_{Ci} \geq \omega_{Mi} \\ MA_S \times \omega_{Pi} & \text{si } \omega_{Ci} < \omega_{Mi} \end{cases}$$

donde:

$$\omega_{Pi} = (f_1 \times \omega_{Ci} + f_2 \times \omega_{Mi})$$

Los ponderadores f_1 y f_2 aplicables a los referidos índices de reclamaciones pagadas para determinar la prima de reservas, se aplicarán en función de la diferencia porcentual (D) entre el índice de mercado y el de la Institución de Fianzas, conforme a los valores que se indican en la siguiente tabla:

$$D = 1 - \frac{\omega_c}{\omega_m}$$

Diferencia (D) Mayor que:	Ponderadores		
	Hasta	f_1	f_2
0.0%	5.0%	1.0000	0
5.0%	10.0%	0.9144	0.0856
10.0%	15.0%	0.8374	0.1626
15.0%	20.0%	0.7685	0.2315
20.0%	25.0%	0.7072	0.2928
25.0%	30.0%	0.6531	0.3469
30.0%	35.0%	0.6058	0.3942
35.0%	40.0%	0.5648	0.4352
40.0%	45.0%	0.5296	0.4704
45.0%	50.0%	0.4998	0.5002

Diferencia (D) Mayor que:	Ponderadores		
	Hasta	f_1	f_2
50.0%	55.0%	0.4750	0.5250
55.0%	60.0%	0.4547	0.5453
60.0%	65.0%	0.4384	0.5616
65.0%	70.0%	0.4257	0.5743
70.0%	75.0%	0.4162	0.5838
75.0%	80.0%	0.4094	0.5906
80.0%	85.0%	0.4048	0.5952
85.0%	90.0%	0.4020	0.5980
90.0%	95.0%	0.4006	0.5994
95.0%	100.0%	0.4000	0.6000

El índice de reclamaciones pagadas esperadas (ω_{Ci}) se calculará de la siguiente forma:

- a) Se calculará el índice de severidad correspondiente al mes i (ρ_i), como el cociente que resulte de dividir la suma de los montos de las reclamaciones pagadas totales en cada mes del periodo de desarrollo i ($RP_{i,i}$), entre el monto de las responsabilidades totales de las pólizas de fianzas en vigor al inicio de dicho periodo ($RFVT_{0,i}$). Se entenderá como periodo de desarrollo i de las reclamaciones, el periodo de tiempo integrado por el mes i y los $n-1$ meses anteriores a éste, durante el cual se pagan las reclamaciones derivadas de las responsabilidades totales de fianzas que estuvieron en vigor al inicio de dicho periodo $RFVT_{0,i}$, tal como se indica a continuación:

$$\rho_i = \frac{RP_{1,i} + RP_{2,i} + RP_{3,i} + \dots + RP_{n,i}}{RFVT_{0,i}} = \frac{\sum_{j=1}^n RP_{j,i}}{RFVT_{0,i}}$$

- b) Se calculará el índice de severidad promedio ($\bar{\rho}$), como el promedio de los índices de severidad ρ_i de los últimos 24 meses, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\bar{\rho} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} \rho_i$$

- c) A dicho índice se le adicionarán dos desviaciones estándar, calculando la desviación estándar mediante la siguiente fórmula:

$$S_{\rho} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{24} (\rho_i - \bar{\rho})^2}{(23)}}$$

donde:

S_{ρ} = Desviación estándar del índice de severidad.

ρ_i = Índice de severidad para el periodo de desarrollo i .

$\bar{\rho}$ = Índice de severidad promedio.

A partir de los datos anteriores, se obtendrá el índice de reclamaciones pagadas esperadas (ω_{Ci}), tal y como se indica en la siguiente fórmula:

$$\omega_{Ci} = \bar{\rho} + 2S_{\rho}$$

El índice de reclamaciones pagadas esperadas podrá ser calculado en forma segregada para aquellos subramos que, de acuerdo a la experiencia de mercado que se desprenda de la información periódica presentada por las Instituciones de Fianzas a la Comisión, tengan un comportamiento especial de reclamaciones y por lo cual resulte conveniente contar con parámetros específicos que permitan reflejar el comportamiento particular de las obligaciones del subramo de que se trate, en la constitución de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas. En tales casos, la segregación de subramos, así como el cálculo segregado de los índices de reclamaciones pagadas esperadas que correspondan, serán efectuados por la Comisión y son los que se señalan en el Anexo Trasitorio 10 de esta Circular.

Asimismo, este índice podrá ser calculado mediante su función de probabilidad, cuando se cuente con ésta, tomando como índice, un valor de la variable aleatoria asociada a éste, tal que la probabilidad de excedencia de dicha variable no sea superior a 0.025.

Se entenderá como monto afianzado suscrito (MA_S) al monto de responsabilidad que asume una Institución de Fianzas en cada una de las fianzas suscritas.

Para aquellas fianzas cuya naturaleza y características particulares así lo requieran, las Instituciones de Fianzas podrán calcular, previa autorización por parte de la Comisión, los índices de severidad ρ_i que sirven como base para calcular el índice de reclamaciones pagadas esperadas (ω_{Ci}), con un periodo de desarrollo que esté integrado por un número de meses (n) específico.

El cálculo del índice de reclamaciones pagadas esperadas no considerará el monto pagado de reclamaciones ni los montos afianzados correspondientes de fianzas con provisiones de fondos. Para este efecto, se entenderá como provisión de fondos, las cantidades en efectivo que aporte el fiado u obligado solidario a la Institución de Fianzas, con motivo de una reclamación recibida y de manera previa o simultánea al pago de ésta.

- A2.5.1.7. Se considera como reserva de fianzas en vigor de una Institución de Fianzas, a la suma de las porciones que de la misma se determinen para cada uno de los ramos de fianzas a que se refiere la Disposición A2.5.1.4.

Esta reserva tiene por objeto dotar de liquidez a las Instituciones de Fianzas, a fin de que éstas financien el pago de reclamaciones procedentes de las fianzas otorgadas, mientras se efectúa el proceso de adjudicación y realización de las garantías de recuperación aportadas por el fiado, así como para que respalden el pago de las reclamaciones de las fianzas que no requieren garantía de recuperación en términos de lo previsto en los artículos 168 y 170 de la LISF.

Las Instituciones de Fianzas deberán constituir esta reserva tanto en la operación directa como en el reafianzamiento tomado.

- A2.5.1.8. La reserva de fianzas en vigor para las fianzas de fidelidad y para las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles, se constituirá sobre el importe de la prima no devengada a la fecha de la valuación, correspondiente a las pólizas en vigor.

Se entenderá como prima no devengada al monto resultante de multiplicar por un factor de devengamiento (F_D), el resultado de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reservas de las fianzas de fidelidad y judiciales que amparen a los conductores de automóviles, P_R^{FA} , sumando a esto último el monto correspondiente a los gastos de administración y el margen de utilidad esperada incluidos en la prima de tarifa, de acuerdo con lo registrado en la nota técnica, tal como se muestra a continuación:

$$P_{ND} = F_D \{ (0.87 P_R^{FA}) + (G_{ADM} + M_{UTI}) \}$$

donde:

P_{ND} = Prima no devengada.

F_D = Factor de devengamiento.

P_R^{FA} = Prima de reservas.

G_{ADM} = Gastos de administración, de acuerdo con lo registrado en la nota técnica.

M_{UTI} = Margen de utilidad esperada, de acuerdo con lo registrado en la nota técnica.

El factor de devengamiento (F_D), será el resultado de deducir a los días de vigencia de la póliza de que se trate (D_V), el número de días transcurridos desde el inicio de la vigencia de dicha póliza (D_T), dividido entre el mismo número total de días de vigencia, tal como se indica a continuación:

$$F_D = \left(\frac{D_V - D_T}{D_V} \right)$$

- A2.5.1.9. La reserva de fianzas en vigor de las fianzas de fidelidad y de las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles que las Instituciones de Fianzas deben constituir, será igual a la prima no devengada calculada de acuerdo a lo dispuesto en la Disposición anterior, tal como se indica a continuación:

$$RFV^{FA} = (P_{ND})$$

donde:

RFV^{FA} = Reserva de fianzas en vigor.

P_{ND} = Prima no devengada.

- A2.5.1.10. Para las fianzas de fidelidad y las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles con vigencia superior a un año, el procedimiento señalado en las Disposiciones A2.5.1.8 y A2.5.1.9, deberá aplicarse sólo a la parte de la prima, calculada a prorrata, que corresponda al año de vigencia, en tanto que la prima correspondiente a las posteriores anualidades deberá reservarse en su totalidad. En este último caso, las Instituciones de Fianzas deberán incrementar la reserva correspondiente a las primas de las anualidades posteriores, considerando mensualmente el rendimiento de las mismas, de acuerdo a lo registrado en la nota técnica.

- A2.5.1.11. La reserva de fianzas en vigor para el reafianzamiento tomado del país aplicable a las fianzas de fidelidad y las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles RFV_{To}^{FA} , se debe constituir con lo que resulte de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reservas correspondiente al monto afianzado del reafianzamiento tomado, P_{RTo}^{FA} , afectada por el factor de devengamiento F_D , tal como se muestra a continuación:

$$RFV_{To}^{FA} = 0.87(P_{RTo}^{FA})F_D$$

donde:

$$P_{RTo}^{FA} = \omega_{To} \times MA_{To}$$

ω_{To}

Índice de reclamaciones pagadas esperadas de la compañía cedente.

MA_{To}

Monto afianzado del reafianzamiento tomado.

En el caso de reafianzamiento tomado de instituciones del extranjero, así como para el reafianzamiento tomado del país para contratos no proporcionales, la reserva de fianzas en vigor se constituirá con lo que resulte de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reafianzamiento tomado, neta del costo de adquisición.

- A2.5.1.12. La reserva de fianzas en vigor para las fianzas judiciales penales, judiciales no penales, administrativas y de crédito RFV^{JAC} , que las Instituciones de Fianzas deben constituir, será igual al resultado de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reservas, P_R^{JAC} , correspondiente a la vigencia de la fianza de que se trate, calculada de acuerdo a lo establecido en la Disposición A2.5.1.7, tal como se muestra a continuación:

$$RFV^{JAC} = 0.87P_R^{JAC}$$

- A2.5.1.13. La reserva de fianzas en vigor para el reafianzamiento tomado del país aplicable a las fianzas judiciales penales, judiciales no penales, administrativas y de crédito RFV_{To}^{JAC} , se debe constituir con lo que resulte de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reservas correspondiente al monto afianzado del reafianzamiento tomado P_{RTo}^{JAC} , tal como se muestra a continuación:

$$RFV_{To}^{JAC} = 0.87(P_{RTo}^{JAC})$$

donde:

$$P_{RTo}^{JAC} = \omega_{CNSF} \times MA_{To}$$

MA_{To} = Monto afianzado del reafianzamiento tomado.

ω_{CNSF} = Índice de reclamaciones pagadas esperadas, de la Institución de Fianzas cedente, conforme a lo establecido en la Disposición A2.5.1.29.

En el caso de reafianzamiento tomado de instituciones del extranjero, así como para el reafianzamiento tomado del país para contratos no proporcionales, la reserva de fianzas en vigor se constituirá con lo que resulte de aplicar un factor de 0.87 a la prima de reafianzamiento tomado, neta de recargos por gastos de administración, adquisición y margen de utilidad.

- A2.5.1.14. La reserva de fianzas en vigor para las fianzas judiciales penales, judiciales no penales, administrativas y de crédito permanecerá constituida hasta que las fianzas sean debidamente canceladas por la extinción de las obligaciones garantizadas o por el pago de las reclamaciones correspondientes.

- A2.5.1.15. La reserva de contingencia de fianzas tiene por objeto dotar a las Instituciones de Fianzas con recursos para hacer frente al financiamiento de posibles desviaciones derivadas del pago de reclamaciones procedentes de las fianzas otorgadas.

La reserva de contingencia de fianzas deberá constituirse únicamente por la porción retenida del monto afianzado suscrito, tanto en la operación directa (MAR_S) como en el reafianzamiento tomado (MAR_{To}). Esta reserva será acumulativa y sólo podrá dejar de incrementarse cuando así lo determine la Comisión.

Cuando el monto de la reserva de contingencia de fianzas sea mayor al requerimiento bruto de solvencia establecido en el Anexo Transitorio 4 de esta Circular, las Instituciones de Fianzas podrán disponer parcialmente del excedente de esta reserva, previa autorización de la Comisión.

- A2.5.1.16. El cálculo para constituir e incrementar la reserva de contingencia de fianzas a que se refiere la Disposición A2.5.1.15, deberá hacerse para todos los ramos de fianzas a que se refiere la Disposición A2.5.1.4, aplicando un factor de 0.13 a la prima de reservas, P_R , correspondiente a la vigencia de la fianza, tal como se indica a continuación:

$$RC = 0.13(P_R)$$

donde:

RC = Reserva de Contingencia de Fianzas.

P_R = Prima de reservas.

- A2.5.1.17. La reserva de contingencia de fianzas para el reafianzamiento tomado del país (RC_{To}) se deberá constituir con lo que resulte de aplicar un factor de 0.13 a la prima de reservas correspondiente al monto afianzado retenido del reafianzamiento tomado del país, P_{RTo} , conforme se indica a continuación:

- I. Reserva de contingencia de fianzas del reafianzamiento tomado del país aplicable a las fianzas de fidelidad y las fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles:

$$RC_{To}^{FA} = 0.13(P_{RTo}^{FA})$$

donde:

$$P_{RTo}^{FA} = \omega_{To} \times MAR_{To}$$

- II. Reserva de contingencia de fianzas del reafianzamiento tomado del país aplicable a las fianzas judiciales penales, judiciales no penales, administrativas y de crédito:

$$RC_{To}^{JAC} = 0.13(P_{RTo}^{JAC})$$

donde:

$$P_{RTo}^{JAC} = \omega_{CNSF} \times MAR_{To}$$

MAR_{To} = Monto afianzado retenido del reafianzamiento tomado.

ω_{CNSF} = Índice de reclamaciones pagadas esperadas, de la Institución de Fianzas cedente, conforme a lo establecido en la Disposición A2.5.1.29.

En el caso de reafianzamiento tomado de Instituciones de Fianzas del extranjero, así como para el reafianzamiento tomado del país para contratos no proporcionales, la reserva de contingencia de fianzas se constituirá con lo que resulte de aplicar un factor de 0.13 a la prima de reafianzamiento tomado, neta de recargos por costos de adquisición, administración y utilidad.

- A2.5.1.18. La constitución e incremento de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas, derivadas de operaciones en moneda extranjera y de unidades indexadas a la inflación de fianzas expedidas de conformidad con las disposiciones legales aplicables, deberá hacerse en la unidad monetaria o de cuenta en la que se expida la fianza, atendiendo a los procedimientos de constitución y de acuerdo a los tipos de fianzas descritos en la Disposición A2.5.1.4.
- A2.5.1.19. La Comisión podrá autorizar que la reserva de contingencia de fianzas constituida en moneda extranjera o en unidades indexadas a la inflación, se convierta a moneda nacional, en los casos en que la responsabilidad que dio origen a la constitución de reserva en dichas monedas ya no se encuentre vigente, comprobando a satisfacción de la propia Comisión dicha situación.
- A2.5.1.20. Cuando una Institución de Fianzas vaya a realizar pagos por reclamaciones de cualquier tipo de fianzas otorgadas, excepto fianzas de fidelidad y fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles, careciendo de activos líquidos, se encuentre con que las garantías de recuperación no sean de fácil e inmediata realización, dando aviso previo de ello a la Comisión, podrá disponer hasta de 25% de las inversiones de la reserva de fianzas en vigor. En dicha notificación la Institución de Fianzas deberá señalar, de manera detallada, las garantías de recuperación que haya recabado relacionadas con las reclamaciones. Por encima de esta proporción, se deberá solicitar autorización previa a la Comisión para disponer de hasta del 50% de las inversiones de dicha reserva, debiendo señalar, de manera detallada, las garantías de recuperación que se hayan recabado relacionadas con las reclamaciones, así como todos los demás elementos que justifiquen a satisfacción de la Comisión la disposición de inversiones en la proporción aquí señalada.
- A2.5.1.21. Cuando una Institución de Fianzas reporte en un ejercicio reclamaciones pagadas extraordinarias correspondientes a cualquier tipo de fianzas otorgadas, excepto fianzas de fidelidad y fianzas judiciales que amparen a los conductores de automóviles, y para financiar el pago de las mismas agote el 50% de las inversiones de la reserva de fianzas en vigor, podrá disponer de las inversiones de la reserva de contingencia de fianzas para financiar el resto del pago de reclamaciones, contando con la autorización previa de la Comisión.
- A2.5.1.22. Cuando se haya hecho uso de las inversiones de la reserva de fianzas en vigor para financiar el pago de reclamaciones en los términos de la Disposición A2.5.1.20, la reposición de dichas inversiones se llevará a cabo con el importe neto de la adjudicación de las garantías de recuperación aportadas por los fiados. Los bienes o derechos que con ese motivo tenga o adquiera la Institución de Fianzas, se considerarán como inversión de la reserva de fianzas en vigor de acuerdo a los requisitos, la proporción del límite de inversión y durante los plazos que para tal efecto determine la Comisión, atendiendo a la liquidez de las garantías de recuperación.
- A2.5.1.23. Cuando se haya hecho uso de las inversiones de la reserva de contingencia de fianzas para financiar el pago de reclamaciones, de acuerdo con lo establecido en la Disposición A2.5.1.21, la reposición de dichas inversiones se llevará a cabo con el importe neto de la adjudicación de las garantías de recuperación aportadas por los fiados. Los bienes o derechos que con ese motivo tenga o adquiera la Institución de Fianzas, se considerarán como inversión de la reserva de contingencia de fianzas en vigor de acuerdo a los requisitos, la proporción del límite de inversión y durante los plazos que para tal efecto determine la Comisión, atendiendo a la liquidez de las garantías de recuperación.
- A2.5.1.24. Los plazos a determinar por la Comisión y a que se refieren las Disposiciones A2.5.1.22 y A2.5.1.23, no podrán exceder de un año cuando se trate de títulos o de bienes muebles; de dos años cuando se trate de inmuebles urbanos, y de tres años cuando se trate de establecimientos mercantiles o industriales o inmuebles rústicos.

Si la Institución de Fianzas, una vez vencidos los plazos que la Comisión le haya concedido conforme a lo previsto en las Disposiciones A2.5.1.22 y A2.5.1.23, no hubiere repuesto las inversiones de sus reservas, los bienes o derechos respectivos dejarán de considerarse como inversión de las mismas. En este supuesto la Institución de Fianzas de que se trate procederá a reconstituir las inversiones dispuestas con aportaciones de los accionistas o la aplicación de recursos patrimoniales.

- A2.5.1.25. Las Instituciones de Fianzas deberán realizar trimestralmente la valuación de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas a que se refieren las presentes Disposiciones.
- A2.5.1.26. Las Instituciones de Fianzas deberán enviar anualmente, un dictamen actuarial sobre la situación y suficiencia de las reservas técnicas de fianzas en vigor y de contingencia de fianzas que se deban tener constituidas al 31 de diciembre de cada año.
- A2.5.1.27. El dictamen a que se refiere la Disposición anterior deberá ser realizado por un actuario independiente, el cual deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 30.2 de la presente Circular.
- A2.5.1.28. Cuando se establezca que existe una situación de insuficiencia en la reserva de fianzas en vigor o una constitución incorrecta de la reserva de contingencia de fianzas, detectada por parte de los actuarios independientes o por la Comisión, la Institución de Fianzas de que se trate deberá proceder, de manera inmediata, a la constitución del pasivo correspondiente, con independencia de las sanciones previstas en la normativa aplicable, a que se haga acreedora.
- A2.5.1.29. Para efectos de la determinación de la prima de reservas, P_R^{JAC} , establecida en la Disposición A2.5.1.6, los índices de reclamaciones pagadas esperadas del mercado serán los establecidos en el Apéndice A10.1.2.14 del Anexo Transitorio 10 de esta Circular.

APÉNDICE A2.1.1.4.

TASAS DE MORTALIDAD INDIVIDUAL CNSF 2000-I (1991-1998)

Edad	q_x	Edad	q_x
12	0.000396	56	0.010330
13	0.000427	57	0.011119
14	0.000460	58	0.011967
15	0.000495	59	0.012879
16	0.000533	60	0.013860
17	0.000575	61	0.014914
18	0.000619	62	0.016048
19	0.000667	63	0.017265
20	0.000718	64	0.018574
21	0.000773	65	0.019980
22	0.000833	66	0.021490
23	0.000897	67	0.023111
24	0.000966	68	0.024851
25	0.001041	69	0.026720
26	0.001121	70	0.028724
27	0.001207	71	0.030874
28	0.001300	72	0.033180
29	0.001400	73	0.035651
30	0.001508	74	0.038300
31	0.001624	75	0.041136
32	0.001749	76	0.044174
33	0.001884	77	0.047424
34	0.002029	78	0.050902

Edad	q_x	Edad	q_x
35	0.002186	79	0.054619
36	0.002354	80	0.058592
37	0.002535	81	0.062834
38	0.002730	82	0.067362
39	0.002940	83	0.072190
40	0.003166	84	0.077337
41	0.003410	85	0.082817
42	0.003672	86	0.088649
43	0.003954	87	0.094850
44	0.004258	88	0.101436
45	0.004585	89	0.108424
46	0.004938	90	0.115832
47	0.005317	91	0.123677
48	0.005725	92	0.131973
49	0.006164	93	0.140737
50	0.006637	94	0.149983
51	0.007145	95	0.159723
52	0.007693	96	0.169970
53	0.008282	97	0.180733
54	0.008915	98	0.192020
55	0.009597	99	0.203837
		100	1.000000

APÉNDICE A2.1.1.5.

Las tablas de mortalidad que indicadas, conforme al proceso de elaboración de las mismas, corresponden a tablas agregadas en las cuales no se ha efectuado ningún proceso de diferenciación ni de exclusión de las personas expuestas al riesgo de muerte en función de su antigüedad en la colectividad de asegurados que considere que se encuentran dentro de algún periodo de selección. Asimismo las citadas tablas no fueron ajustadas aplicando las leyes de mortalidad de Makeham-Gompertz o cualquiera otra que permita aplicar las diversas propiedades de la Ley de Envejecimiento Uniforme en el caso de seguros de vida múltiples.

TASAS DE MORTALIDAD PARA HOMBRES "CNSF 2005 H-SP (2000-2005)"

Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx
12	0.517979	34	4.148781	56	14.860445	78	76.591440
13	0.667807	35	4.408815	57	15.719158	79	83.328945
14	0.827778	36	4.682597	58	16.625464	80	90.600001
15	0.994690	37	4.971227	59	17.581881	81	98.436419
16	1.165818	38	5.275741	60	18.591051	82	106.870047
17	1.338920	39	5.597170	61	19.655739	83	115.932387
18	1.512196	40	5.936561	62	20.778839	84	125.654155
19	1.684227	41	6.294993	63	21.963379	85	136.064781
20	1.853925	42	6.673586	64	23.212526	86	147.191836
21	2.020467	43	7.073506	65	24.529589	87	159.060412
22	2.183251	44	7.495975	66	26.829607	88	171.692439
23	2.341850	45	7.942271	67	29.341233	89	185.105966

Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx
24	2.495979	46	8.413736	68	32.076801	90	199.314406
25	2.645461	47	8.911778	69	35.055820	91	214.325773
26	2.790205	48	9.437876	70	38.298668	92	230.141925
27	2.930189	49	9.993582	71	41.826883	93	246.757843
28	3.065440	50	10.580527	72	45.663270	94	264.160976
29	3.196023	51	11.200425	73	49.831932	95	282.330670
30	3.322032	52	11.855076	74	54.358268	96	301.237741
31	3.443583	53	12.546370	75	59.268952	97	320.844187
32	3.664243	54	13.276290	76	64.591868	98	341.103097
33	3.901219	55	14.046920	77	70.356028	99	361.958770

TASAS DE MORTALIDAD PARA MUJERES "CNSF 2005 M-SP (2000-2005)"

Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx	Edad	1000qx
12	0.320520	34	1.374012	56	8.228259	78	59.364932
13	0.388891	35	1.472092	57	9.017654	79	65.566698
14	0.450918	36	1.579660	58	9.889323	80	72.439192
15	0.506039	37	1.697607	59	10.852162	81	80.046831
16	0.554420	38	1.826926	60	11.916038	82	88.457790
17	0.596589	39	1.968724	61	13.344330	83	97.743513
18	0.633222	40	2.124228	62	14.229663	84	107.977987
19	0.665012	41	2.294802	63	15.275783	85	119.236746
20	0.692617	42	2.481961	64	16.476054	86	131.595557
21	0.716627	43	2.687385	65	17.835845	87	145.128754
22	0.737557	44	2.912936	66	19.366095	88	159.907194
23	0.755854	45	3.160683	67	21.081441	89	175.995821
24	0.783681	46	3.432919	68	22.999570	90	193.450856
25	0.815267	47	3.732190	69	25.141003	91	212.316655
26	0.853224	48	4.061319	70	27.529097	92	232.622328
27	0.896874	49	4.423442	71	30.190138	93	254.378233
28	0.946100	50	4.822037	72	33.153496	94	277.572542
29	1.001026	51	5.260964	73	36.451814	95	302.168096
30	1.061922	52	5.744510	74	40.121215	96	328.099801
31	1.129164	53	6.277433	75	44.201503	97	355.272856
32	1.203216	54	6.865016	76	48.736365	98	383.562077
33	1.284624	55	7.513121	77	53.773537	99	412.812541

APÉNDICE A2.1.1.6.

TASAS DE MORTALIDAD GRUPO CNSF 2000-G (1991-1998)

Edad	q_x
12	0.000788
13	0.000804
14	0.000821
15	0.000840
16	0.000861
17	0.000884
18	0.000909
19	0.000936
20	0.000965
21	0.000997
22	0.001031
23	0.001069
24	0.001109
25	0.001153
26	0.001201
27	0.001252
28	0.001308
29	0.001368
30	0.001434
31	0.001505
32	0.001582
33	0.001665
34	0.001756
35	0.001854
36	0.001962
37	0.002078
38	0.002205
39	0.002344
40	0.002495
41	0.002660
42	0.002840
43	0.003038
44	0.003254
45	0.003491
46	0.003751
47	0.004037
48	0.004352
49	0.004698
50	0.005080
51	0.005501
52	0.005966
53	0.006481
54	0.007051
55	0.007682

Edad	q_x
56	0.008383
57	0.009162
58	0.010028
59	0.010992
60	0.012067
61	0.013266
62	0.014605
63	0.016102
64	0.017778
65	0.019656
66	0.021761
67	0.024123
68	0.026776
69	0.029758
70	0.033112
71	0.036885
72	0.041133
73	0.045915
74	0.051302
75	0.057369
76	0.064199
77	0.071887
78	0.080534
79	0.090251
80	0.101155
81	0.113373
82	0.127033
83	0.142270
84	0.159214
85	0.177990
86	0.198711
87	0.221468
88	0.246327
89	0.273313
90	0.302405
91	0.333527
92	0.366540
93	0.401237
94	0.437344
95	0.474524
96	0.512385
97	0.550499
98	0.588413
99	0.625679
100	1.000000

APÉNDICE A2.1.1.8.-a
TASAS DE MORTALIDAD EMSSAH-97

Edad	q_x
15	0.00043
16	0.00046
17	0.00049
18	0.00053
19	0.00058
20	0.00063
21	0.00069
22	0.00076
23	0.00083
24	0.00090
25	0.00097
26	0.00106
27	0.00114
28	0.00123
29	0.00132
30	0.00141
31	0.00151
32	0.00161
33	0.00172
34	0.00183
35	0.00194
36	0.00206
37	0.00219
38	0.00232
39	0.00246
40	0.00261
41	0.00276
42	0.00293
43	0.00311
44	0.00330
45	0.00351
46	0.00374
47	0.00399
48	0.00426
49	0.00456
50	0.00489
51	0.00525
52	0.00565
53	0.00609
54	0.00658
55	0.00712
56	0.00772
57	0.00839
58	0.00912
59	0.00994
60	0.01085
61	0.01186
62	0.01298

Edad	q_x
63	0.01422
64	0.01560
65	0.01713
66	0.01883
67	0.02071
68	0.02279
69	0.02510
70	0.02765
71	0.03048
72	0.03361
73	0.03707
74	0.04088
75	0.04509
76	0.04973
77	0.05484
78	0.06046
79	0.06664
80	0.07341
81	0.08083
82	0.08895
83	0.09781
84	0.10747
85	0.11789
86	0.12910
87	0.14114
88	0.15403
89	0.16780
90	0.18247
91	0.19806
92	0.21457
93	0.23201
94	0.25038
95	0.26966
96	0.28983
97	0.31086
98	0.33273
99	0.35536
100	0.37871
101	0.40271
102	0.42728
103	0.45233
104	0.47775
105	0.50346
106	0.52933
107	0.55525
108	0.58111
109	0.60677
110	1.00000

TASAS DE MORTALIDAD EMSSAM-97

Edad	q_x
15	0.00015
16	0.00015
17	0.00016
18	0.00017
19	0.00018
20	0.00019
21	0.00021
22	0.00022
23	0.00024
24	0.00025
25	0.00026
26	0.00027
27	0.00028
28	0.00030
29	0.00031
30	0.00033
31	0.00035
32	0.00038
33	0.00041
34	0.00044
35	0.00048
36	0.00053
37	0.00060
38	0.00067
39	0.00075
40	0.00085
41	0.00095
42	0.00107
43	0.00119
44	0.00134
45	0.00149
46	0.00166
47	0.00185
48	0.00206
49	0.00229
50	0.00254
51	0.00281
52	0.00310
53	0.00343
54	0.00378
55	0.00417
56	0.00459
57	0.00505
58	0.00555
59	0.00610
60	0.00672
61	0.00740
62	0.00815

Edad	q_x
63	0.00899
64	0.00991
65	0.01092
66	0.01205
67	0.01329
68	0.01467
69	0.01619
70	0.01787
71	0.01972
72	0.02177
73	0.02402
74	0.02652
75	0.02926
76	0.03228
77	0.03561
78	0.03927
79	0.04330
80	0.04772
81	0.05256
82	0.05787
83	0.06368
84	0.07003
85	0.07700
86	0.08464
87	0.09303
88	0.10221
89	0.11226
90	0.12325
91	0.13526
92	0.14835
93	0.16262
94	0.17815
95	0.19500
96	0.21327
97	0.23303
98	0.25435
99	0.27728
100	0.30188
101	0.32818
102	0.35619
103	0.38589
104	0.41723
105	0.45014
106	0.48450
107	0.52012
108	0.55679
109	0.59423
110	1.00000

APÉNDICE A2.1.1.8.-b
TASAS DE MORTALIDAD EMSSIH-97

Edad	q_x
15	0.00316
16	0.00316
17	0.00316
18	0.00316
19	0.00316
20	0.00316
21	0.00316
22	0.00320
23	0.00334
24	0.00358
25	0.00389
26	0.00428
27	0.00474
28	0.00524
29	0.00579
30	0.00637
31	0.00698
32	0.00762
33	0.00826
34	0.00892
35	0.00958
36	0.01024
37	0.01090
38	0.01155
39	0.01220
40	0.01283
41	0.01344
42	0.01405
43	0.01464
44	0.01522
45	0.01579
46	0.01635
47	0.01690
48	0.01745
49	0.01800
50	0.01855
51	0.01912
52	0.01970
53	0.02030
54	0.02093
55	0.02159
56	0.02230
57	0.02306

Edad	q_x
58	0.02389
59	0.02478
60	0.02576
61	0.02683
62	0.02801
63	0.02931
64	0.03074
65	0.03232
66	0.03405
67	0.03596
68	0.03806
69	0.04037
70	0.04290
71	0.04567
72	0.04870
73	0.05201
74	0.05562
75	0.05955
76	0.06381
77	0.06844
78	0.07344
79	0.07885
80	0.08469
81	0.09097
82	0.09774
83	0.10500
84	0.11279
85	0.12113
86	0.13005
87	0.13958
88	0.14974
89	0.16057
90	0.17209
91	0.18433
92	0.19733
93	0.21111
94	0.22571
95	0.24116
96	0.25749
97	0.27474
98	0.29294
99	0.31212
100	0.33233
101	1.00000

TASAS DE MORTALIDAD EMSSIM-97

Edad	q_x
15	0.00069
16	0.00069
17	0.00069
18	0.00072
19	0.00080
20	0.00092
21	0.00108
22	0.00127
23	0.00149
24	0.00174
25	0.00202
26	0.00231
27	0.00262
28	0.00294
29	0.00328
30	0.00362
31	0.00397
32	0.00433
33	0.00469
34	0.00506
35	0.00543
36	0.00580
37	0.00618
38	0.00656
39	0.00695
40	0.00734
41	0.00773
42	0.00813
43	0.00855
44	0.00897
45	0.00940
46	0.00985
47	0.01032
48	0.01081
49	0.01132
50	0.01187
51	0.01244
52	0.01305
53	0.01371
54	0.01440
55	0.01515
56	0.01596
57	0.01683

Edad	q_x
58	0.01776
59	0.01877
60	0.01986
61	0.02103
62	0.02230
63	0.02368
64	0.02516
65	0.02676
66	0.02848
67	0.03034
68	0.03234
69	0.03449
70	0.03680
71	0.03929
72	0.04195
73	0.00481
74	0.04786
75	0.05113
76	0.05462
77	0.05835
78	0.06232
79	0.06655
80	0.07105
81	0.07583
82	0.08091
83	0.08630
84	0.09200
85	0.09805
86	0.10444
87	0.11119
88	0.11833
89	0.12585
90	0.13379
91	0.14214
92	0.15094
93	0.16019
94	0.16991
95	0.18012
96	0.19083
97	0.20206
98	0.21383
99	0.22616
100	0.23906
101	1.00000

APÉNDICE A2.1.1.15-a**BASES TÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO Y LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE PARA LOS SEGUROS DE TERREMOTO**

La prima de riesgo y la pérdida máxima probable correspondiente a la cartera de pólizas en vigor de los seguros de terremoto, deberán calcularse mediante el procedimiento técnico e información que se indican a continuación.

PARTE I**DE LAS BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRIMA DE RIESGO Y LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO.****Capítulo 1: Amenaza sísmica****Generalidades**

La identificación de las amenazas que pueden afectar una región constituye uno de los primeros pasos en el análisis de riesgo. El conocimiento de las condiciones regionales de ocurrencia de eventos peligrosos, así como las características reportadas sobre eventos históricos, proveen una primera idea del potencial de los fenómenos que amenazan la región, y permiten conocer, de manera preliminar y aproximada, los periodos de retorno de los eventos más importantes.

El análisis de amenaza está basado en la frecuencia histórica de eventos y en la severidad de cada uno de ellos. La severidad se mide mediante parámetros de intensidad válidos para una ubicación geográfica específica. Una vez que se definen los parámetros de amenaza, es necesario generar un conjunto de eventos estocásticos que definen la frecuencia y severidad de miles de eventos, representando así la ocurrencia de la amenaza en la región.

Los avances actuales en el desarrollo y presentación de la información geográfica y georreferenciada permiten adelantos importantes en la visualización y entendimiento de las amenazas y de los eventos que las generan. El manejo de esta información por medio de capas en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite la automatización de los procesos de cálculo de riesgo, así como una visualización ambiciosa y comunicación simple y ágil de resultados. Sin embargo, el cálculo de las capas de amenaza generalmente recae en programas especializados que no necesariamente son parte de los SIG.

El cálculo de la amenaza exige la generación de eventos estocásticos, cada uno con una frecuencia de ocurrencia definida, y que entre todos representen de manera adecuada las diferentes combinaciones de intensidad y ubicación geográfica de las posibles fuentes generadoras de amenaza. Se deben desarrollar modelos analíticos probabilistas para cada uno de los fenómenos naturales tales como sismo, huracanes, lluvias intensas, inundaciones, deslizamientos y volcanes, entre otros, y que la evaluación de cada amenaza se haga en términos de parámetros de intensidad que estén correlacionados con los daños observados.

Identificación de amenazas y análisis de información histórica

Para una adecuada caracterización de cada amenaza es necesario realizar un análisis exhaustivo de la información histórica y registros globales y de la región con relación a su ocurrencia y afectación. El objetivo es obtener una base de datos que nos permita determinar la frecuencia e intensidades observadas y generar curvas de intensidad-frecuencia. Para años y décadas recientes existirá en general información más confiable e instrumental, y para periodos más largos contaremos con información histórica que nos permite al menos fijar algunos parámetros de recurrencia de los eventos de mayor intensidad.

Análisis probabilista

El objetivo principal del análisis probabilista de amenazas es proporcionar la información necesaria para calcular el riesgo con incertidumbres para diferentes periodos de retorno. El cálculo de la amenaza se basa en eventos que siguen la distribución de intensidad-frecuencia observada. Para cada uno de los peligros se construye un conjunto de escenarios estocásticos cada uno de ellos calificado con su frecuencia y severidad con base en la mejor información disponible al igual que en la opinión general de expertos de cada campo.

Como resultado de la evaluación completa de cada amenaza se obtiene una base de datos (resultados) que contiene todos los posibles escenarios de esta amenaza y que son mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos.

Sismicidad mundial

Los sismos se definen como el proceso de liberación súbita de energía mecánica acumulada dentro de la corteza terrestre a lo largo de largos periodos de tiempo. Su efecto inmediato es la transmisión de la energía liberada en el punto de origen del sismo o foco al terreno circundante mediante vibración.

La mayoría de los sismos se generan dentro y en los alrededores de la interacción de las placas tectónicas. En la Figura 1 se muestran las fronteras entre placas y el tipo de interacción en cada región. Dicha interacción se produce a velocidades de desplazamiento lentas. Por ejemplo, en la región Centroamericana, la placa de Cocos se subduce bajo la placa del Caribe a una velocidad de entre 5 y 8 *cm/año*. En la misma figura se indican con flechas las direcciones en las que se mueven las placas.

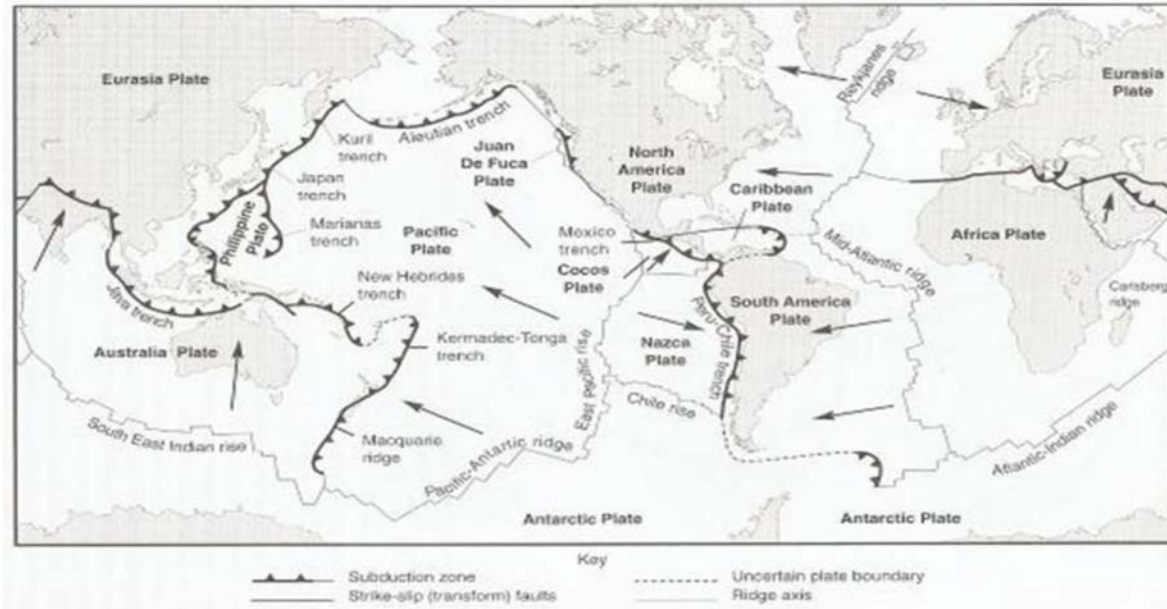


Figura 1 Límites de placas tectónicas (Kramer, 1996)

La sismicidad es recurrente (episódica) en cada región donde se producen sismos o región sismogénica. Los sismos de magnitudes bajas y medianas ($M \leq 6$) tienen una probabilidad mayor de producirse ($Tr = 50$ años o menos), mientras que el periodo de recurrencia Tr de los sismos de magnitudes superiores ($M \geq 6$) pueden superar los 50 años en cada una de sus fuentes sismogénicas (así sea interplaca o intraplaca). La variabilidad de la recurrencia, según las magnitudes, implica la necesidad de modelar la sismicidad de manera probabilística.

La amenaza sísmica de una región determinada depende de un gran número de variables, algunas de las cuales son difíciles de cuantificar. Sin embargo, se han desarrollado modelos que permiten estimarlas variables involucradas en el cálculo de la amenaza sísmica, lo cual permite dar un tratamiento científico al problema.

Actividad sísmica en México

México es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. Según datos estadísticos, se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de Richter, lo que equivale a un 6 por ciento de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo. Durante el siglo XX se presentaron sismos de elevada intensidad en cada una de las décadas que han causado daños materiales considerables y de número de muertos. Se citan a continuación los de mayor intensidad y que han causado mayor número de víctimas fatales. La Figura 2 muestra las zonas donde ocurren los sismos en México.

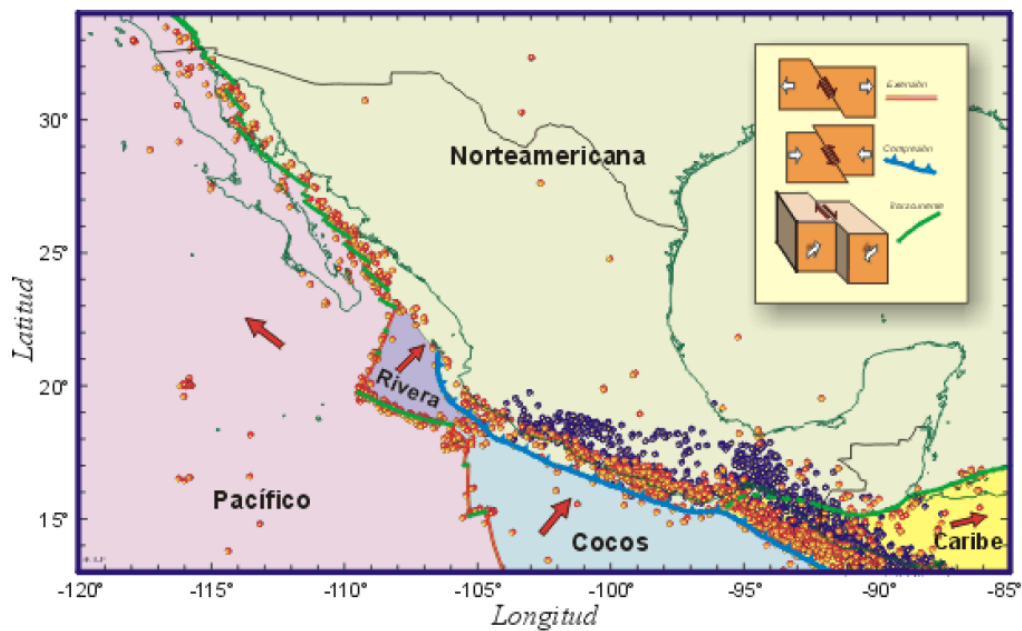


Figura 2 Tectónica, fuentes sísmicas y epicentros en México: puntos naranjas, sismos superficiales y de subducción, puntos azules, sismos de profundidad intermedia o de falla normal

Los grandes temblores en México ($M_s > 7.0$) a lo largo de la costa del Pacífico, son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción. La placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo. Algunos trabajos recientes sugieren que esta velocidad podría alcanzar 5 cm/año (Kostoglodov y Bandy, 1994). La frontera entre las placas de Rivera y de Norteamérica es algo incierta, pero se estima que intersecta la costa de México cerca de Manzanillo (19.1°N , 104.3°W). Por otra parte, la velocidad relativa de la placa de Cocos con respecto al continente varía desde unos 5 cm/año cerca de Manzanillo hasta 7 cm/año en Chiapas. El terremoto de Jalisco del 3 de junio de 1932 ($M_s 8.2$) que ocurrió sobre la interfaz de la placa de Rivera y la de Norteamérica (Singh *et al.*, 1985a), muestra que una placa pequeña, joven y con una velocidad relativamente baja de subducción es capaz de generar grandes temblores. Este terremoto es el más grande que ha ocurrido en México en el presente siglo. En la Figura 3a se muestran las fuentes sísmicas con las que se ha caracterizado la ocurrencia de estos sismos.

Los grandes temblores también ocurren en el continente con profundidades de unos 60 km. En este caso los temblores presentan un mecanismo de fallamiento normal que refleja el rompimiento de la litosfera oceánica subducida (Singh *et al.*, 1985b). Si bien este tipo de eventos es poco frecuente, se sabe que pueden causar grandes daños. Algunos ejemplos de este tipo de sismos son el de Oaxaca del 15 de enero de 1931 ($M_s 7.8$), el de Orizaba del 23 de agosto de 1973 ($M_s 7.3$) y el de Huajuapán de León del 24 de octubre de 1980 ($M_s 7.0$). En la Figura 3b se muestran las fuentes sísmicas con las que se ha caracterizado la ocurrencia de este tipo de sismos.



Figura 3 Fuentes sísmicas con las que se caracteriza la ocurrencia de sismos en México: (a) sismos de subducción (b), sismos de profundidad intermedia y (c) sismos superficiales

Aún menos frecuentes son los temblores que ocurren dentro de la placa continental ($M < 7$). Dependiendo de su ubicación, tales eventos pueden generar daños considerables en diversos asentamientos humanos. Dos ejemplos son: el temblor de Jalapa del 3 de enero de 1920 (M_s 6.4) y el de Acambay del 19 de noviembre de 1912 (M_s 7.0). En la Figura 3c se indican las fuentes sísmicas correspondientes a este tipo de sismos. Dentro de estos sismos existen también lo que forman la llamada sismicidad de fondo, consistente en temblores con ($M < 5.5$), cuyo origen no puede asociarse a ninguna estructura geológica en particular.

En México, el Eje Neovolcánico no es paralelo a la trinchera. Esto es algo anormal en comparación con otras zonas de subducción en el mundo y es muy probable que se deba a la morfología de la placa de Cocos. Gracias a los esfuerzos de varios investigadores ha habido un avance significativo en el conocimiento de la morfología de la placa subducida bajo el continente (Singh *et al.*, 1985b; Suárez *et al.*, 1990; Ponce *et al.*, 1992; Singh y Pardo, 1993; Pardo y Suárez, 1993, 1994). Las evidencias sugieren una subducción con un ángulo de $\sim 45^\circ$ en Jalisco (Figura 4a), casi horizontal en Guerrero (Figura 4b), con un ángulo de $\sim 12^\circ$ en Oaxaca y de $\sim 45^\circ$ en Chiapas. El contorno de los 80 a 120 km de profundidad de la zona de Benioff aproximadamente coincide con la línea de los volcanes. Existe una evidencia, aunque no definitiva, que la placa continental entre la costa grande de Guerrero y el Valle de México está en un estado de esfuerzo tensional, contrariamente a lo esperado (Singh y Pardo, 1993).

Cálculo de la amenaza sísmica

El cálculo de la amenaza sísmica emplea las definiciones y métodos presentados anteriormente, para establecer el nivel de peligro esperado en un sitio o zona determinada, bajo la influencia de la actividad sísmica de fuentes aledañas identificadas. Históricamente los ingenieros, geólogos y sismólogos se han preocupado por desarrollar metodologías de cálculo que representan cada vez mejor el comportamiento de las fuentes, el tránsito de las ondas dentro del medio rocoso, la respuesta de los suelos y la respuesta estructural en el sitio de interés. De esta manera, es posible identificar dos metodologías primordiales de evaluación de amenaza, que engloban los esfuerzos realizados en el pasado en diferentes estudios en el ámbito mundial.

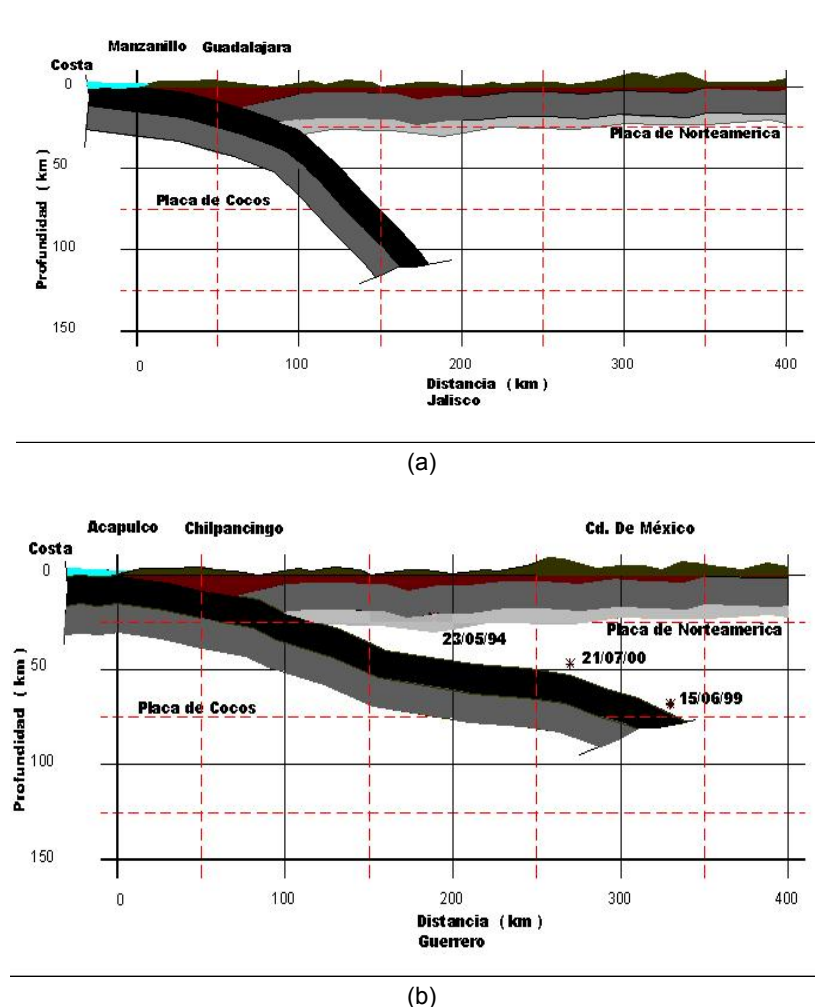


Figura 4 Ángulo de inclinación de la placa de Cocos debajo de la de Norteamérica: (a) $\sim 45^\circ$ en Jalisco y (b) $\sim 12^\circ$ en Guerrero

Análisis determinista de amenaza sísmica

Durante muchos años el *análisis determinista de amenaza sísmica* (Deterministic Seismic Hazard Analysis DSHA) fue la herramienta primordial de la ingeniería sísmica para la evaluación de la amenaza en una zona determinada. El uso del DSHA implica la definición de un escenario particular, en el cual se basa la estimación del movimiento del terreno y los efectos secundarios relacionados. El escenario se define como un sismo de magnitud conocida, el cual sucede en un sitio determinado. Los pasos a seguir, para llevar a cabo un DSHA, son:

1. Caracterización de las fuentes generadoras de terremotos con influencia en el sitio de análisis. Se requiere definir cada fuente en términos de su geometría y sismicidad.
2. Selección de la distancia de la fuente al sitio. Generalmente se toma la menor distancia existente entre la fuente y el lugar de análisis.
3. Selección del sismo de análisis, el cual representa de la mejor manera el potencial sísmico de la fuente en consideración, en términos de la intensidad en el sitio bajo estudio. Se debe escoger a partir de comparación de los niveles de intensidad generados por sismos históricos de la región, o de otras regiones con características neotectónicas similares, de tal manera que sea posible definir una magnitud del sismo de análisis para las distancias anteriormente definidas.
4. Selección de las funciones de atenuación que permitan caracterizar completamente la amenaza en el sitio. Según el alcance del análisis se requerirán funciones de atenuación de aceleración, velocidad, desplazamiento, componentes espectrales de los anteriores parámetros, duración, o cualquier otro parámetro.

El DSHA indica el peor caso posible del efecto sísmico en el sitio de análisis. Cuando se emplea el DSHA para la evaluación de la amenaza en estructuras primordiales, puede estimarse la mayor intensidad que puede afectar dichas estructuras. Sin embargo, no se toma en cuenta cuál es la probabilidad de ocurrencia de ese evento, si es probable o no que ocurra en el sitio escogido, qué tan probable es que suceda a lo largo de un período determinado, ni cuál es el grado de incertidumbre asociado a las variables involucradas en el problema.

En general, el análisis determinista no se emplea ni se recomienda como herramienta única del análisis de la amenaza sísmica. Puede ser usado principalmente como herramienta de calibración de modelos más refinados, siempre y cuando se cuente con información histórica suficiente, o para el análisis retrospectivo de eventos históricos específicos.

Análisis probabilístico de amenaza sísmica

En la últimas décadas se ha desarrollado el enfoque probabilístico en los análisis de amenaza sísmica, con el fin de involucrar de manera analítica la incertidumbre asociada con las variables que intervienen en el peligro sísmico de una región. Parámetros como la frecuencia de ocurrencia de determinado sismo, la probabilidad de que ocurra en un sitio específico, probabilidades de excedencia de intensidades sísmicas, etc., son incluidos en los modelos de cálculo, para conformar un *análisis probabilístico de amenaza sísmica* (PSHA por sus siglas en inglés). Los pasos a seguir para llevar a cabo un PSHA son:

1. Caracterización de las fuentes generadoras de terremotos con influencia en el sitio de análisis, en términos de su geometría y distribución de probabilidad de puntos de inicio de la ruptura en el área de falla definida. Es usual asumir una distribución de probabilidad uniforme, lo cual implica que la ocurrencia de sismos se espera con igual probabilidad en cualquier lugar de la geometría de fuente definida. Determinación de la sismicidad de las fuentes consideradas, a partir del registro histórico de eventos ocurridos sobre la geometría anteriormente definida (catálogo sísmico), y de información y estudios de neotectónica y paleosismología para la fuente. La sismicidad se establece por medio de una curva de recurrencia de magnitudes, la cual es una relación específica para cada fuente, que indica cual es la tasa de excedencia de una magnitud sísmica particular.
2. Selección de las funciones de atenuación que permitan caracterizar completamente la amenaza en el sitio. Según el alcance del análisis se requerirán funciones de atenuación de aceleración, velocidad, desplazamiento, componentes espectrales de los anteriores parámetros, duración, etc. Debe involucrarse la incertidumbre asociada a la estimación de los parámetros, generalmente indicada en cada modelo de atenuación.
3. Finalmente se combinan las incertidumbres asociadas a localización, tamaño y atenuación y se obtiene una *curva de amenaza*, la cual indica la probabilidad que una intensidad específica sea igualada o excedida en un periodo de tiempo determinado.

Herramientas computacionales existentes

Existe una diversidad de herramientas computacionales y aplicaciones en software para la evaluación de la amenaza sísmica. La mayoría de estas aplicaciones se basan en modelos de amenaza probabilística (PSHA), brindando diferentes utilidades en términos de definición de fuentes sísmicas, sismicidad y relaciones de atenuación de movimiento fuerte. La Tabla 1 presenta algunos ejemplos de los principales sistemas existentes y en el Anexo CRISIS se presenta el manual de uso de este sistema elaborado en la UNAM.

Tabla 1 Algunas herramientas computacionales

Programa	Descripción	Método de cálculo	Referencia
EZ-FRISK	Programa de cálculo para estimar amenaza sísmica, respuesta local, manipulación de señales sísmicas, obtención de señales consistentes con espectros de respuesta determinados. Cuenta con archivos predeterminados de fuentes sísmicas, sismicidad y atenuación.	- Amenaza sísmica: PSHA - Respuesta local de suelos: Método lineal equivalente	Risk Engineering Inc. http://www.ez-frisk.com
HAZUS-MH	Programa de cálculo de riesgos por diversas amenazas naturales (Sismo, Huracán, Inundación)	PSHA	FEMA http://www.fema.gov/plan/prevent/hazus/
OpenSHA	Sistema en código Open Source para el cálculo de amenaza sísmica.	PSHA	USGS- SCEC http://www.opensha.org/
CRISIS2007	Sistema para la integración de la amenaza sísmica en una zona determinada. Permite la definición de fuentes, sismicidad, atenuación y sitios de análisis.	PSHA / DSHA	Instituto de Ingeniería. UNAM

Procedimiento de análisis

Los pasos de la metodología utilizada en el modelo de amenaza sísmica son los siguientes:

- (1) *Definición y caracterización de las fuentes sismogénicas principales:* a partir de la información geológica y neotectónica se define la geometría de las fuentes sismogénicas.
- (2) *Asignación de parámetros de sismicidad a las diferentes fuentes sísmicas:* con base en el catálogo sísmico histórico se asignan los parámetros de sismicidad a cada fuente.
- (3) *Generación de un conjunto de eventos estocásticos compatible con la distribución de ubicación, profundidad, frecuencias y magnitudes:* a partir de toda la información anterior, se genera un conjunto de eventos sísmicos por medio de un muestreo basado en división recursiva de la geometría de las fuentes, y se asignan parámetros de sismicidad a cada segmento de manera ponderada según su aporte de área en el área total. Para cada segmento se generan una serie de escenarios de diversas magnitudes, cuyas probabilidades de ocurrir se calculan a partir la curva de recurrencia de magnitudes específica de esa fuente.
- (4) *Modelo de atenuación de parámetros de movimiento del terreno:* se seleccionan las leyes de atenuación que mejor representen las condiciones del movimiento entre las fuentes y los sitios donde se calcula la amenaza, ya sean leyes existentes en la literatura o creadas con información y datos locales.
- (5) *Generación de mapas de amenaza de eventos representativos:* se generan los mapas de distribución espacial de intensidad sísmica (valores espectrales) para cada evento.
- (6) *Amplificación de parámetros de amenaza por efectos de sitio:* la respuesta dinámica de depósitos de suelo modifica las características del movimiento en amplitud, contenido de frecuencias y duración. El efecto de amplificación y deamplificación de la intensidad por efecto de los depósitos de suelo blando superficiales se cuantifica por medio de cocientes de espectros de respuesta de manera que modifican directamente los mapas calculados en el paso (5).
- (7) *Aplicación del modelo probabilístico de amenaza sísmica:* obtención de mapas de amenaza sísmica para diferentes periodos de retorno.

Parámetros de sismicidad de fuentes sismogénicas

En este estudio la República Mexicana se ha dividido en 476 fuentes generadoras de sismos (Figura 3). Estas fuentes están dictadas por la tectónica del país y por la historia instrumental de sismos registrados en el pasado (Zúñiga, 1994). Cada una de estas fuentes genera temblores a una tasa constante.

La actividad de la i -ésima fuente sísmica se especifica en términos de la tasa de excedencia de las magnitudes, $\lambda_i(M)$, generadas por esta fuente. La tasa de excedencia de magnitudes mide qué tan frecuentemente se generan temblores con magnitud superior a una dada. Para la mayor parte de las fuentes sísmicas, la función $\lambda_i(M)$ es una versión modificada de la relación de Gutenberg y Richter. En estos casos, la sismicidad queda descrita de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \lambda_{0i} \frac{e^{-b_i M} - e^{-b_i M_{ui}}}{e^{-b_i M_0} - e^{-b_i M_{ui}}} \quad (1)$$

donde,

M_0 es la mínima magnitud relevante, tomada como 4.5 en este estudio

λ_{0i} , corresponde al número promedio de eventos por año de sismos con magnitud mayor que 4.5 que se producen en una determinada fuente

b_i es la pendiente del tramo inicial de la curva de recurrencia de magnitudes

M_{ui} es la máxima magnitud que puede generarse en cada fuente y se estima con base en la máxima longitud de ruptura posible de cada una de las fuentes y en otras características morfológicas

Estos parámetros, diferentes para cada fuente, definen la tasa de excedencia de cada una de las fuentes sísmicas, y se estiman por medio de procedimientos estadísticos bayesianos (Rosenblueth y Ordaz, 1989; Ordaz y Arboleda, 1995) que incluyen información sobre regiones tectónicamente similares a las del país (a través de información validada por expertos), especialmente sobre el valor de M_{ui} .

En la Figura 6 se muestran tres tasas de excedencia para zonas sísmicas distintas, una para una zona de alta sismicidad capaz de generar sismos con $M_{ui} > 7.5$ (por ejemplo, para una zona de profundidad intermedia, Fuente 3), con $M_{ui} > 7.0$ (una fuente en Guerrero o Michoacán, Fuente 1) y otra de baja sismicidad (en Baja California Norte, Fuente 2). La tabla 2 muestra los parámetros de sismicidad de estas tres fuentes. Es claro que para una misma tasa de excedencia o tasa constante, estas fuentes generarán sismos con distinta magnitud; por ejemplo, si tomamos una tasa de 0.01 (periodo de retorno de 100 años), esperaremos sismos mayores o iguales que 5.7 en la fuente de baja sismicidad, en la fuente de mediana sismicidad encontraremos sismos mayores o iguales a 7.1 y, por último, mayores o iguales que 7.4 en la de alta sismicidad. Esto quiere decir que con la misma probabilidad o para la misma tasa de excedencia estas fuentes generarán sismos de distinto tamaño.

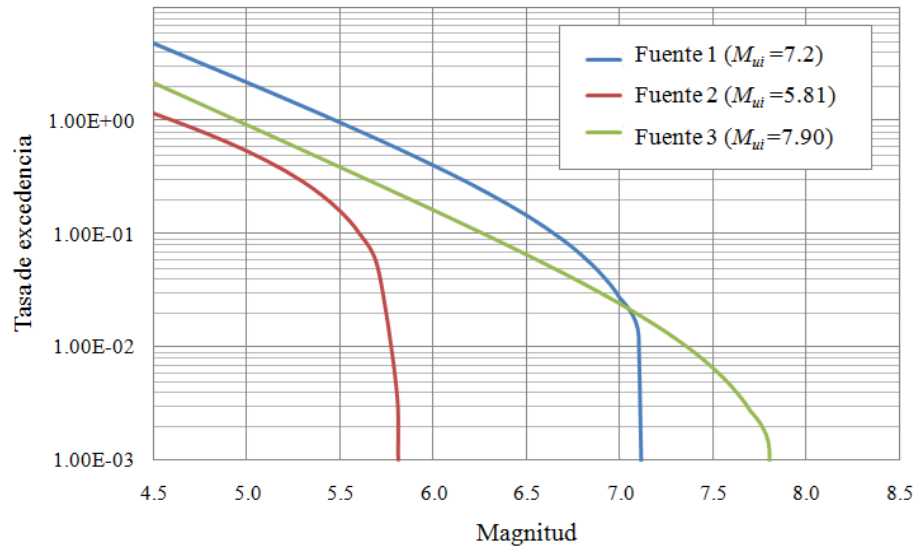


Figura 6 Tasas de excedencia de magnitudes para tres fuentes con distinta sismicidad

Aunque la forma funcional para $\lambda_i(M)$ dada en la Ec. (1) se utiliza para la mayor parte de las fuentes sísmicas, se ha observado que la distribución de magnitudes de los grandes temblores de subducción ($M_s > 7$) se aparta sensiblemente de la predicha por la relación de Gutenberg y Richter, dando origen al llamado *sismo característico* (Singh *et al.*, 1981). Por lo anterior, para los grandes temblores de subducción, $\lambda_i(M)$ se define de la siguiente manera:

$$\lambda(M) = \lambda(7) \left[1 - \Phi \left(\frac{M - EM}{\sigma_M} \right) \right], \text{ si } M > 7 \quad (2)$$

donde $\lambda(7)$, EM y σ_M son parámetros que se deben obtener estadísticamente para la zona mexicana de subducción, y Φ es la función de distribución normal estándar.

Tabla 2 Parámetros de sismicidad para la modificación de la relación Gutenberg y Richter

Ubicación de la fuente	$\lambda(M_0)$	β	M_u	M_0
1 Guerrero o Michoacán	4.79	1.55	7.20	4.5
2 Baja California Norte	1.14	0.97	5.81	4.5
3 Profundidad intermedia	2.16	1.70	7.90	4.5

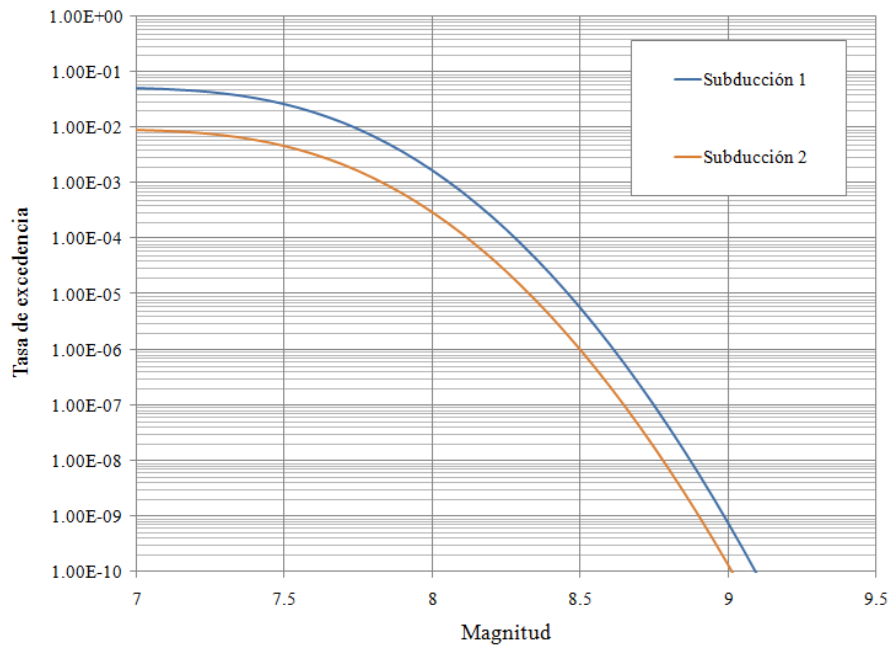


Figura 7 Tasas de excedencia de magnitudes para dos fuentes de sismos característicos con distinta sismicidad

Tabla 3 Parámetros de sismicidad para fuentes de sismos característicos

Ubicación Subducción No.	$1/\lambda(7)$	EM	σ_M
1 Chiapas	18.70	7.50	0.27
2 Oaxaca	77.90	7.50	0.27

Integración espacial

Para realizar la integración espacial, el programa CRISIS asume que, dentro de una fuente, la sismicidad está uniformemente repartida por unidad de área. Para considerar correctamente esta suposición, se realiza una integración espacial subdividiendo las fuentes originales por medio de una función recursiva. Una vez divididas en subfuentes, la sismicidad asociada a cada subfuente se asigna a un punto, y la integración espacial adopta la forma de una suma. Las fuentes son polígonos en tres dimensiones. Primero, el área se divide en $N - 2$ triángulos, y estos triángulos se siguen subdividiendo hasta que se llega a cualquiera de las dos siguientes condiciones:

- 1) El tamaño del triángulo es más pequeño que un valor dado, el “tamaño mínimo del triángulo”. Esto es, el triángulo se subdivide si es demasiado grande.
- 2) El cociente de la distancia fuente a sitio y el tamaño del triángulo es mayor que el cociente “Distancia Mínima/Tamaño del Triángulo”. En otras palabras, el triángulo se subdivide si el sitio no está suficientemente lejos.

Nótese que las fuentes están modeladas como áreas y no como líneas. Esto se debe a que la zona de subducción en México tiene un contacto entre las placas de entre 80 y 120 km, por lo que las fuentes modeladas como áreas representan mejor la sismicidad.

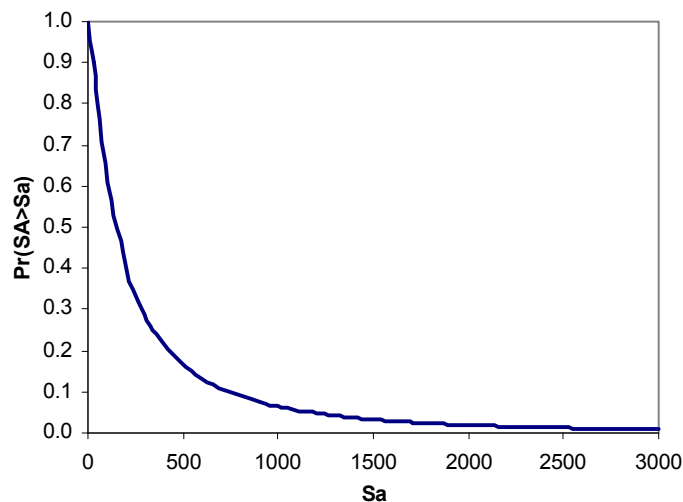


Figura 8 Función de probabilidad de que la pseudoaceleración (Sa) sea excedida

Atenuación de los parámetros de amenaza

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas en un sitio de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentaría en el sitio en cuestión, hasta ahora supuesto en terreno firme, si en la i -ésima fuente ocurriera un temblor con magnitud dada. A las expresiones que relacionan magnitud, posición relativa fuente-sitio e intensidad sísmica se les conoce como *leyes de atenuación*. Usualmente, la posición relativa fuente-sitio se especifica mediante la distancia focal, es decir, la distancia entre el foco sísmico y el sitio. Las leyes de atenuación pueden adoptar formas muy diversas. En este caso se utilizan diversas leyes de atenuación dependiendo del tipo de sismo. Como se verá más adelante, se considera que las intensidades sísmicas relevantes son las ordenadas del espectro de respuesta A , (pseudoaceleraciones, 5% del amortiguamiento crítico), cantidades que son aproximadamente proporcionales a las fuerzas laterales de inercia que se generan en las estructuras durante sismos.

El cálculo de la intensidad sísmica no puede considerarse determinista puesto que tiene incertidumbre. Por esta razón, se supone que la intensidad sísmica Sa es una variable aleatoria de distribución lognormal con mediana dada por la ley de atenuación y desviación típica del logaritmo natural igual a $\sigma_{\ln Sa}$, como se aprecia en la Figura 8.

En este trabajo se clasifican las fuentes sísmicas en dos grupos: fuentes activas o intraplaca y fuentes de subducción. A cada uno de estos tipos de fuentes está asociada una ley de atenuación diferente. Se utilizan leyes de atenuación espectrales que toman en cuenta el hecho de que la atenuación es diferente para ondas de diferentes frecuencias, con lo cual es posible calcular el espectro de respuesta esperado dadas una magnitud y una distancia. Las siguientes son las leyes de atenuación adoptadas:

1. Temblores costeros. Se utiliza, para la aceleración máxima del terreno provocada por temblores generados en la costa sur del Pacífico, la ley de atenuación de Ordaz *et al.* (1989). Esta ley fue construida a partir de numerosos registros de aceleración obtenidos por la Red Acelerográfica de Guerrero, que incluyen los del gran temblor del 19 de septiembre de 1985. La relación entre la aceleración máxima del terreno y las ordenadas del espectro de respuesta a otros periodos se obtiene del modelo teórico de fuente y trayecto reportado por Singh *et al.* (1989).
2. Temblores de profundidad intermedia. Se emplea en este caso un modelo de atenuación desarrollado por García *et al.* (2005). Esta fue construida de 16 sismos con magnitudes que se encuentran entre 5.2 y 7.4 y profundidades entre 35 y 138 km (Figura 9).

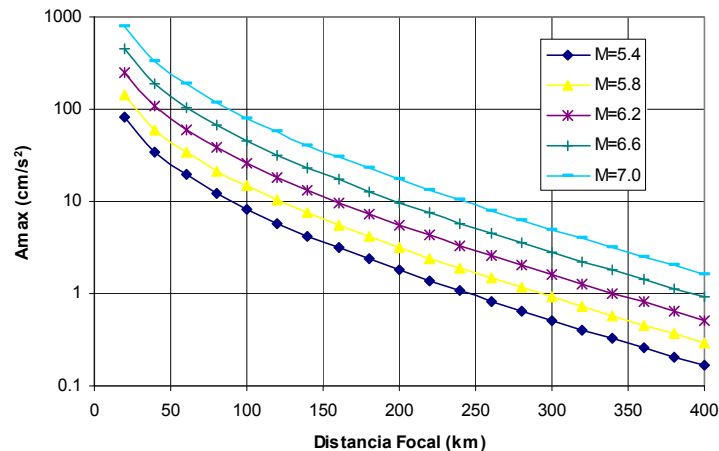


Figura 9. Ley de atenuación (García *et al.*, 2005) de la aceleración máxima del suelo (A_{max}) para temblores de profundidad intermedia

3. Temblores superficiales. Para modelar la atenuación de los temblores superficiales, tanto los que ocurren en el Eje Neovolcánico como los que se presentan en la parte noroeste del país, se utilizan leyes de atenuación construidas con datos registrados en California (Abrahamson y Silva, 1997).
4. Temblores costeros afectando la zona firme del Valle de México. Se sabe que aun el terreno firme del Valle de México está afectado por amplificaciones debidas, casi seguramente, a la constitución del subsuelo profundo de la cuenca. Esto hace que no exista propiamente "terreno firme" en el D.F., por lo que es necesario modelar la atenuación de las ondas de una manera específica. Para ello se utilizan las leyes de atenuación de Jaimes *et al.* (2006) construidas con datos registrados exclusivamente en la estación Ciudad Universitaria de la Ciudad de México durante la ocurrencia de temblores costeros.

A manera de ejemplo, en la Figura 10 se muestran dos grupos de curvas de atenuación para periodos estructurales de 0.0 y 1 segundos. Las curvas superiores corresponden a sismos de mayor magnitud que las curvas inferiores. En cada gráfica se aprecia el efecto de la magnitud del sismo y es claro que sismos pequeños son poco eficientes para generar ondas de periodo largo.

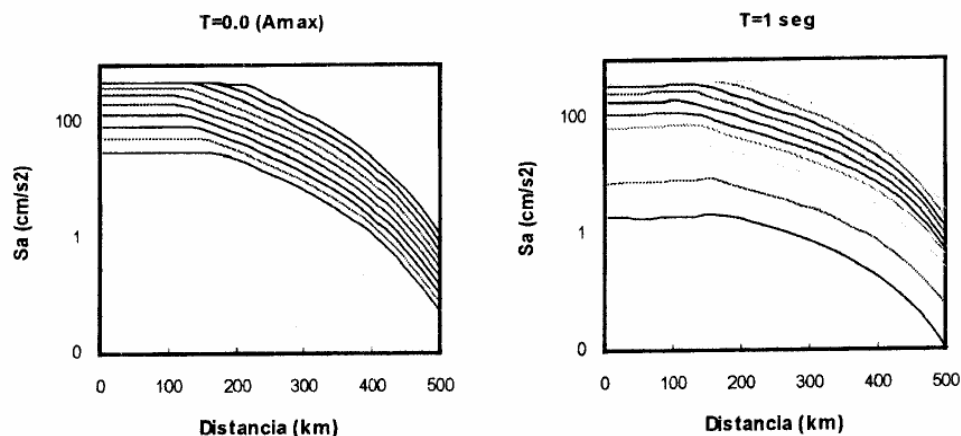


Figura 10 Atenuación de la amplitud espectral para dos periodos estructurales y para diez magnitudes. La curva superior corresponde a M 8.5, mientras que la inferior corresponde a M 4

Amenaza sísmica en términos de tasa de excedencia de intensidades

Una vez conocidas la sismicidad de las fuentes y los patrones de atenuación de las ondas generadas en cada una de ellas, puede calcularse la amenaza sísmica considerando la suma de los efectos de la totalidad de las fuentes sísmicas y la distancia entre cada fuente y el sitio donde se encuentra la estructura. La amenaza $v(Sa)$, expresada en términos de las tasas de excedencia de intensidades Sa , se calcula mediante la siguiente expresión:

$$v(Sa) = \sum_{i=1}^N \int_{M_0}^{M_{ui}} -\frac{d\lambda_i(M)}{dM} \Pr(SA > Sa|M, R_i) dM \quad (3)$$

donde la sumatoria abarca la totalidad de las fuentes sísmicas N , y $\Pr(SA > Sa|M, R_i)$ es la probabilidad de que la intensidad exceda un cierto valor dadas la magnitud del sismo, N , y la distancia entre la i -ésima fuente y el sitio, R_i . Las funciones $\lambda_i(M)$ son las tasas de actividad de las fuentes sísmicas. La integral se realiza desde M_0 hasta M_{ui} , lo que indica que se toma en cuenta, para cada fuente sísmica, la contribución de todas las magnitudes.

Conviene hacer notar que la ecuación anterior sería exacta si las fuentes sísmicas fueran puntos. En realidad son volúmenes, por lo que los epicentros no sólo pueden ocurrir en los centros de las fuentes sino, con igual probabilidad, en cualquier punto dentro del volumen correspondiente. Se debe tomar en cuenta esta situación subdividiendo las fuentes sísmicas en triángulos, en cuyo centro de gravedad se considera concentrada la sismicidad del triángulo. La subdivisión se hace recursivamente hasta alcanzar un tamaño de triángulo suficientemente pequeño como para garantizar la precisión en la integración de la ecuación anterior.

En vista de que se supone que, dadas la magnitud y la distancia, la intensidad tiene distribución lognormal, la probabilidad $\Pr(SA > Sa|M, R_i)$ se calcula de la siguiente manera:

$$\Pr(SA > Sa|M, R_i) = \Phi\left(\frac{E(\ln Sa|M, R_i) - \ln Sa}{\sigma_{\ln Sa}}\right) \quad (4)$$

siendo Φ la distribución normal estándar, $E(\ln Sa|M, R_i)$ el valor esperado del logaritmo de la intensidad (dado por la ley de atenuación correspondiente) y $\sigma_{\ln Sa}$ su correspondiente desviación estándar.

La amenaza sísmica se expresa, entonces, en términos de la tasa de excedencia de valores dados de intensidad sísmica. Como se ha indicado en este trabajo la intensidad sísmica, Sa , se mide con las ordenadas del espectro de respuesta de pseudoaceleraciones para 5 por ciento del amortiguamiento crítico y el periodo natural de vibración de la edificación de interés, T .

En la Figura 11 se presenta como ejemplo de tasa de excedencia de intensidad, la curva de amenaza sísmica para la Ciudad de Guadalajara. Esta tasa de excedencia indica qué tan frecuentemente se exceden, en Guadalajara, intensidades sísmicas de cierto valor. En esa curva se obtiene, por ejemplo, para una intensidad $Sa = 100 \text{ cm/s}^2$, un valor de $v(Sa) = 0.002/\text{año}$. Esto quiere decir que esta intensidad se excederá, en promedio, 0.002 veces por año o, en otras palabras, una vez cada $\frac{1}{0.002}$ años (cada 500 años).

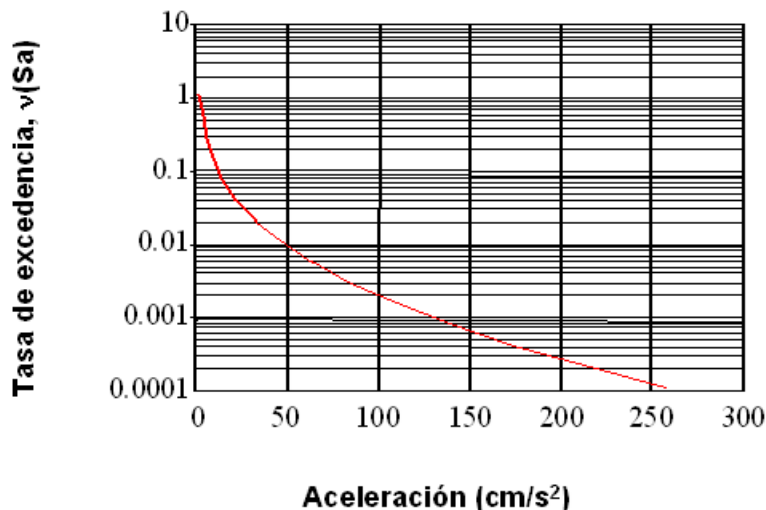


Figura 11 Tasa de excedencia de aceleración máxima del suelo en Guadalajara

4. Modificación de la amenaza sísmica por efectos de sitio

Las condiciones locales del terreno afectan las características del movimiento sísmico. Lo descrito en el capítulo 3 nos permite conocer la intensidad sísmica en cualquier sitio en roca. Sin embargo, en general, nos interesa conocer la intensidad sísmica en cualquier tipo de suelo. Esto se logra a partir del movimiento en roca, considerado como de referencia, multiplicado por un factor que considera los efectos de sitio. Este factor se puede obtener mediante modelos matemáticos o valores empíricos, pero en cualquier caso lo que se obtienen son funciones de transferencia espectrales, las cuales permiten conocer el valor de amplificación por el cual se deben modificar las aceleraciones espectrales calculadas en roca. Estas funciones de transferencia deben construirse para diferentes valores de aceleración máxima del terreno con el fin de tener en cuenta el efecto no lineal de degradación de los suelos.

Definición de efectos de sitio

Los efectos de sitio son las alteraciones que sufren las ondas sísmicas debido a cambios en la geología local, es decir, en la geometría y composición de la superficie, incluyendo la presencia de depósitos superficiales compuestos por arcillas o arenas. Las modificaciones producto de estos factores se dan en la duración, amplitud y contenido de frecuencia de los movimientos. La correcta cuantificación de los efectos de sitio es indispensable para la elaboración de atlas de riesgos, estimación de pérdidas y diseño de construcciones.

Tipos de efectos de sitio

Existen efectos de sitio que solamente modifican las características del movimiento sísmico como los ocasionados por la presencia de topografías distintas a una superficie plana (montañas, cañones, entre otros), o por la presencia de valles con arcillas con contenidos de agua. Pero existen otros efectos de sitio, donde existen depósitos de arena o pendientes inestables, que ocasionan la falla del suelo con asentamientos o desplazamientos súbitos y permanentes.

a) Topografía del terreno

La superficie irregular del terreno puede provocar amplificación o de amplificación del movimiento. Esto se presenta en cañones, montañas, pendientes, cimas y simas. Los detalles de los efectos de sitio dependerán de la topografía, del tipo de onda sísmica y de su ángulo de incidencia. Existen muy pocas mediciones instrumentales de estos efectos y dependemos de modelos matemáticos para estimarlos.

b) Presencia de depósitos de arcillas

En valles aluviales o lacustres, se presenta amplificación dinámica debido al contraste de la velocidad del suelo superficial con respecto a los depósitos más profundos. Entre mayor sea el contraste, mayor será la amplificación. Dependen también de la geometría tridimensional del valle aluvial. Debido a una extraña costumbre generalizada o a una curiosa coincidencia, es común clasificar los suelos en zona I, zona II y zona III. Esto significa que en general habrá suelos con las siguientes características: Terreno firme, formado por suelos bien compactados con velocidades de ondas de corte arriba de 500 m/s, Transición o intermedio, formado por suelos con características entre suelos firmes y blandos, y Blandos o lacustres, formado por depósitos superficiales que experimentan amplificación dinámica. Debido a las características dinámicas de esta amplificación, la mejor manera de caracterizarla es mediante cocientes de espectros de respuesta, es decir, cuantas veces se amplifica, con respecto a terreno firme, la aceleración para un amortiguamiento y un periodo estructural.

c) Presencia de estratos y depósitos de arenas

En estos depósitos se puede presentar el fenómeno de licuación en el cual el suelo pierde su capacidad de carga debido al aumento de la presión de poro. En algunos casos la licuación de estratos completos de arena han provocado enormes deslizamientos de tierra (sismo de Alaska, 1964). Su estudio se impulsa por los daños causados por el sismo en Nigata, Japón. Es más factible su ocurrencia en arenas sueltas que en compactas, y más factible en arenas con granulometría uniforme. Si ocurre a profundidad causa flujo vertical de agua que se manifiesta en pequeños volcanes. Los estudios que se pueden realizar para conocer los peligros de licuación son pruebas de penetración y estudio de agua subterránea, como pruebas de campo, y estudios de densidad relativa y de tamaño de partículas en el laboratorio.

También es factible la ocurrencia de asentamiento de arenas secas; esto se puede conocer con estudios de resistencia a la penetración y de densidad relativa.

d) Deslizamientos y deslaves

Provocados por las fuerzas sísmicas que encuentran perfiles inestables. Son los responsables de gran parte de los daños en vías de comunicación como carreteras.

e) Cambios en estructura superficial

Debidos a heterogeneidad en los materiales que forman la superficie del terreno en sitios poco distantes entre sí. Esto es particularmente relevante para estructuras largas como puentes y conductos ya que las características del movimiento sísmico afectarán de manera distinta a los diversos apoyos. Estos cambios geológicos no deben confundirse con un fenómeno cada vez más común que es la presencia de grietas en la superficie debidas a la extracción excesiva de agua de pozos, comúnmente confundidas con fallas sísmicas.

Identificación y medición de efectos de sitio

Existen distintos métodos para conocer o estimar el peligro potencial de los efectos de sitio. Estos estudios serán indispensables para la elaboración de reglamentos urbanos y de diseño de estructuras y para la construcción de presas, plantas nucleares, puentes de grandes claros y, en general, para desarrollos civiles importantes.

a) Métodos experimentales

Observaciones macrosísmicas. De sismos históricos registrados en códigos, relatos, periódicos, libros y tradición oral, entre otros, y sismos recientes que han causado grietas, licuación y fallas de obras civiles.

Microtemblores o microtemblores. Instrumentos muy sensibles que miden velocidad causada por ruido ambiental provocado por tráfico, sismos lejanos o pequeños, vibraciones terrestres. Las mediciones tienen que realizarse durante varias horas y con distintas condiciones. En general sirve para obtener periodos dominantes del suelo en sitios con presencia de depósitos de arcilla; funciona mejor con periodos dominantes de terreno largos ($T_s > 1$ segundo).

Movimientos débiles. Causados por explosiones artificiales, nucleares, réplicas, sismos pequeños. No es muy eficiente cuando el suelo tiene comportamiento no lineal ya que los valores de amplitud son mayores, y los periodos medidos menores que los que se presentan durante sismos intensos.

Movimientos fuertes. Es el movimiento sísmico durante terremotos intensos, Se necesita estar perfectamente listo para captar la ocurrencia de eventos muy esporádicos. Se obtienen registros de aceleración. Es la mejor alternativa para medir efectos de sitio aunque resulta costoso y de cuidadoso mantenimiento.

Observaciones de campo y estudios en sitio. En numerosas ocasiones se pueden reconocer mediante vuelos, inspecciones y fotografías aéreas fallas y otras características que ayuden a conocer mejor los posibles efectos de sitio. De igual manera, los estudios geológicos, geofísicos y de mecánica de suelos.

b) Modelos y métodos numéricos

Las soluciones matemáticas a problemas generales de acústica y elastodinámica han sido aplicadas para estudiar la difracción de ondas sísmicas en valles aluviales y topografías. Las soluciones analíticas son exactas y no se requieren de procesos numéricos. Su desventaja es que solo se aplican para geometrías sencillas, como círculos o semicírculos, lo que no es común encontrar en la realidad. A pesar de estas limitaciones, estas soluciones han servido como base para calibrar los métodos numéricos que son los que prometen modelar casos reales.

Los métodos numéricos son los más conocidos. Se basan en formulaciones de elementos finitos, diferencias finitas (basados en ecuaciones diferenciales) y elementos de frontera (basado en ecuaciones integrales con condiciones de frontera).

Modelado de topografías

Durante el arribo de las ondas sísmicas se produce en la superficie o campo libre una amplificación constante. El tamaño de esta amplificación dependerá del tipo de onda que se estudie. Por ejemplo, para ondas SH el valor es dos, uno por la onda que incide y otro por la onda que rebota. Para otro tipo de ondas el cálculo es más complejo pero esencialmente es el mismo.

Ante la presencia de una irregularidad en la superficie terrestre como lo es una montaña o un cañón, las ondas sísmicas incidentes sufrirán una alteración. La solución a este problema consiste en sumar la respuesta del campo libre más la debida a las ondas difractadas por la irregularidad. En estos casos es posible que ante ciertas combinaciones la respuesta en algunos sitios de la irregularidad sea menor que la de campo libre, lo que significa una deamplificación del movimiento.

Típicamente se han calculado amplificaciones en topografías de dos a tres veces la de campo libre, pero se han observado, a partir de registros obtenidos durante sismos, amplificaciones de hasta 10 veces para algunas frecuencias. En general, las amplificaciones son mayores en las crestas que en las bases, y son complejas y sin tendencias claras en las pendientes. Utilizando modelos 3D se aprecia que la dispersión provocada por topografías depende de su geometría, del tipo de onda incidente y del azimut; se observa también enfocamiento de ondas en algunos sitios y resonancia múltiple.

La relevancia de estudiar la influencia de estos efectos es que movimientos sísmicos intensos pueden incrementarse por efectos de sitio que provoquen deslaves y desprendimientos. Por ello, el estudio de topografías con métodos numéricos nos puede arrojar resultados importantes sobre fenómenos locales de amplificación.

Amplificación dinámica en valles aluviales: modelos 1D, 2D ó 3D

Cuando las ondas sísmicas chocan con estratos de menor velocidad tienen que ganar amplitud para conservar la energía. Por ello, entre mayor sea el contraste de propiedades entre la roca o suelo firme y los estratos blandos mayores serán los efectos de amplificación. Al contraste de propiedades se le conoce como contraste de impedancias, que es el cociente de la velocidad de las ondas de corte y la densidad de la roca entre las mismas propiedades pero del suelo. Pero la amplificación no solo dependerá del contraste mencionado sino de la forma del valle y de la incidencia de las ondas.

Para conocer en forma teórica la amplificación dinámica en cualquier suelo blando es necesario recurrir a modelos de propagación de ondas. El método más sencillo para cuantificar la amplificación dinámica en suelos es el modelo 1D. Este modelo considera que los estratos tienen una extensión horizontal infinita, lo que implica que el valle no tiene bordes ni cambios en la distribución horizontal de los sedimentos. Desafortunadamente, todos los valles presentan distribución irregular de estratos y dimensiones finitas, por lo que para conocer mejor su comportamiento sísmico se requiere de modelos en dos (2D) y tres (3D) dimensiones y así poder explicar los patrones de amplificación. Estos modelos son en general más sofisticados que el 1D y requieren de mayores recursos matemáticos, numéricos y de cómputo. Si bien las simplificaciones del modelo 1D parecerían grandes y burdas, muchos de los valles aluviales más relevantes en ingeniería sísmica, como el de México, tienen un comportamiento fundamentalmente unidimensional.

Los modelos 2D son sensiblemente más limitados pero también más prácticos que los 3D, tanto por los requerimientos de cómputo como por la obtención de las propiedades para alimentar al modelo. En el caso 2D, la solución más sencilla es para ondas SH que produce movimiento en el sentido perpendicular al plano de estudio; el problema es entonces escalar y se resuelven las ecuaciones de la acústica. Si se requiere estudiar el movimiento en el plano provocado por ondas SV, P o de Rayleigh, se requiere modelar las ecuaciones de la elastodinámica y el problema es ahora vectorial.

Aunque estos modelos, por flexibles y versátiles, pueden arrojar información conceptual y cualitativa de mucha utilidad, la calidad de los resultados dependerá de la información de las características de los suelos con la que se cuente como la densidad, la velocidad de las ondas de corte, el módulo de Poisson y el amortiguamiento.

5. Amplificación dinámica en valles aluviales

Introducción

La amplificación de las ondas sísmicas en depósitos lacustres está controlada principalmente por las propiedades geotécnicas de los materiales que conforman el suelo, especialmente por sus características dinámicas, así como el espesor de las capas y la profundidad a la que se encuentra la base rocosa, (Aki, 1988, Borchardt, 1994, Seed *et al.*, 1997).

Un ejemplo dramático de efectos de sitio, es el que se presenta en el Valle de México, donde se registran amplificaciones de hasta 60 veces la registrada en terreno firme (Reinoso y Ordaz, 1999).

En el presente estudio, la estimación de los efectos de sitio se basa principalmente en la obtención de datos de vibración ambiental y en el uso de modelos matemáticos a partir de información de geotecnia en el análisis de acelerogramas disponibles en la zona de estudio.

Vibración ambiental

La técnica de vibración ambiental es una de las más usadas en la estimación de los efectos de sitio en los últimos años. Esto se debe a la facilidad y bajo costo con la que se puede obtener información acerca de las condiciones locales del terreno con la simple utilización de un equipo de registro (por ejemplo un acelerómetro).

La técnica utilizada para conocer la frecuencia del terreno es la propuesta por Nakamura, que establece que la frecuencia de un sitio dado, del cual se tienen registros de vibración ambiental, se puede conocer al realizar el cociente del espectro de Fourier de la señal en cualquiera de sus direcciones horizontales con respecto de la dirección vertical (cocientes H/V).

En la Figura 12 se muestran tres señales correspondientes a las dos direcciones horizontales y a la dirección vertical de un registro de vibración ambiental, de las cuales se ha calculado su respectivo espectro de Fourier (graficas de la derecha, en fondo rojo).

Los cocientes espectrales de los componentes horizontales con respecto al vertical tienen, en teoría, una máxima amplitud que corresponde a la frecuencia predominante del terreno. Generalmente, para esta frecuencia, la curva muestra un pico bien definido por una forma característica. En la Figura 13 se muestra un ejemplo de un cociente H/V en donde se identifica claramente la frecuencia dominante del sitio en 1.05 Hz (0.95 s). Estos picos son más definidos en suelos formados por depósitos blandos, mientras que son más anchos y con baja definición en terreno firme (Figura 14).

La identificación de la frecuencia predominante del suelo mediante esta técnica, funciona de manera adecuada, sobre todo cuando el contraste entre las propiedades de los depósitos de suelo y el semiespacio o estrato (en particular la velocidad de las ondas S) profundo resistente es grande; sin embargo, no sucede lo mismo con la amplitud relativa. En algunas zonas donde se ha aplicado la técnica con fines de microzonificación, los resultados muestran valores de amplificación satisfactorios comparados con los obtenidos de mediciones de movimiento fuerte (Lermo et al., 1991; Lermo y Chávez- García, 1994b), mientras que para la mayoría, las diferencias son muy importantes y los resultados obtenidos con la técnica de Nakamura son poco confiables (Gutiérrez y Singh, 1992). Existen casos en que la identificación de la frecuencia predominante no resulta obvia, lo que con alta probabilidad significa que es terreno firme, pero también es posible que la energía proveniente de las fuentes de excitación no sea lo suficientemente grande como para provocar un movimiento intenso para observar los efectos de sitio en el registro; en este caso se deberán hacer varias mediciones en distintas circunstancias para verificar que el sitio es terreno firme.

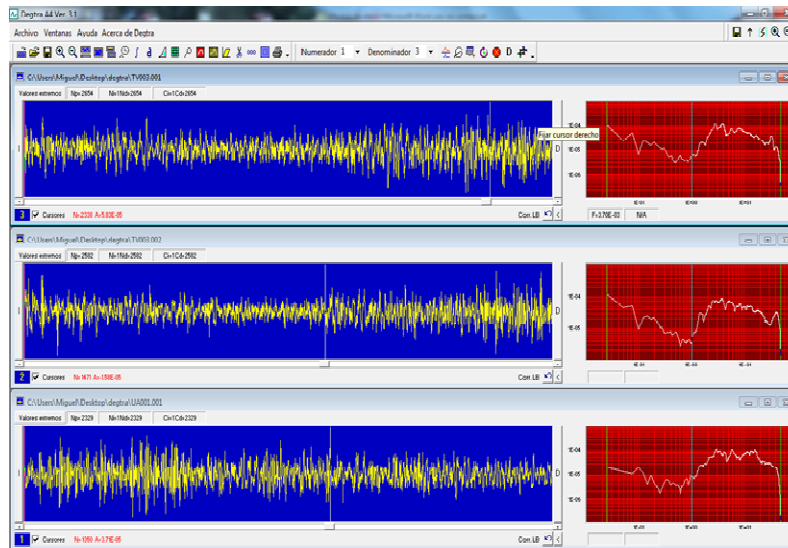


Figura 12 Señales correspondientes a las direcciones horizontales (primeras dos ventanas) y vertical (tercera ventana), a las cuales se les ha calculado su respectivo espectro de Fourier (gráficas de la derecha, en fondo rojo)

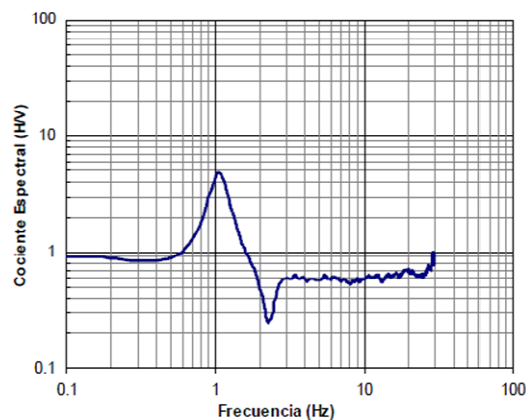


Figura 13 Cociente espectral obtenido con la técnica de Nakamura (H/V) para un sitio de terreno blando (zona de Lago, Ciudad de México)

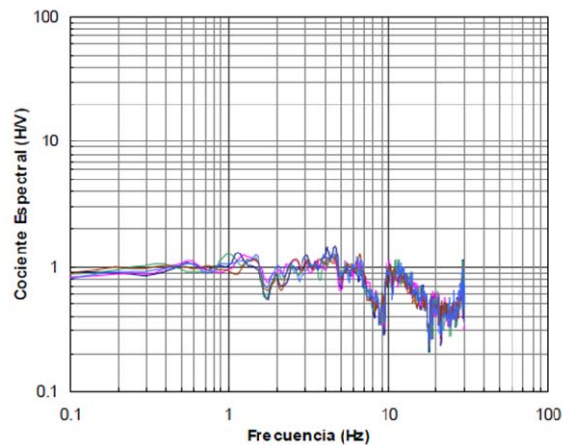


Figura 14 Cocientes espectrales obtenidos con la técnica de Nakamura (H/V) para un sitio aparentemente de terreno firme (Hermosillo, Sonora) puesto que no se puede identificar la frecuencia fundamental del suelo aún para muchas mediciones realizadas en circunstancias distintas (líneas de colores)

Se ha visto que los valores de frecuencia obtenidos mediante esta técnica presentan dispersiones que pueden llegar a ser del orden de hasta 30% respecto a los valores que se obtendrían utilizando información proveniente del análisis de acelerogramas (Reinoso y Lermo, 1991), por lo que se deberá considerar esta incertidumbre.

El uso de estudios de vibración ambiental resulta económico y los resultados se obtienen con relativa facilidad y rapidez, y supera, sobretodo en el conocimiento del periodo del suelo, a otros procedimientos.

Modelo del suelo a partir de datos geotécnicos

El uso de modelos de propagación de ondas a partir de los datos geotécnicos del suelo es una de las principales técnicas utilizadas para conocer la amplificación dinámica del sitio. Esta técnica supone que el suelo está formado por estratos que tienen espesor uniforme, y que las propiedades de densidad, coeficiente de amortiguamiento y velocidad de onda de corte de cada estrato es también uniforme. El modelo plantea que el suelo está conformado por estratos que se extienden infinitamente en dirección horizontal hacia todas las direcciones, y por eso se le llama conoce como modelo unidimensional, ya que sólo importa la dimensión vertical; se supone, además, que estos estratos de suelo se encuentran sometidos a la acción de ondas S que se propagan verticalmente.

El espesor y la densidad de los estratos pueden conocerse a partir de pruebas de origen geotécnico (por ejemplo, sondeos de penetración estándar) y de pruebas de laboratorio. Las velocidades de ondas de corte de los estratos se obtienen mediante correlaciones entre los parámetros obtenidos de las pruebas geotécnicas y dichas velocidades (Ovando y Romo, 1991; Ohta y Goto, 1976), o mediante pruebas dinámicas realizadas para tal fin (prueba de sonda suspendida).

En estas expresiones la velocidad generalmente está en función del número de golpes que se obtiene de una prueba de penetración estándar; en el caso de las expresiones de Ovando y Romo (1991) determinadas para las arcillas del valle de México, la velocidad depende también del grado de consolidación del suelo. La limitación en el uso de estas expresiones viene del hecho de que el suelo que se analiza debe tener propiedades mecánicas y dinámicas similares a los suelos a partir de los cuales se obtuvieron las correlaciones.

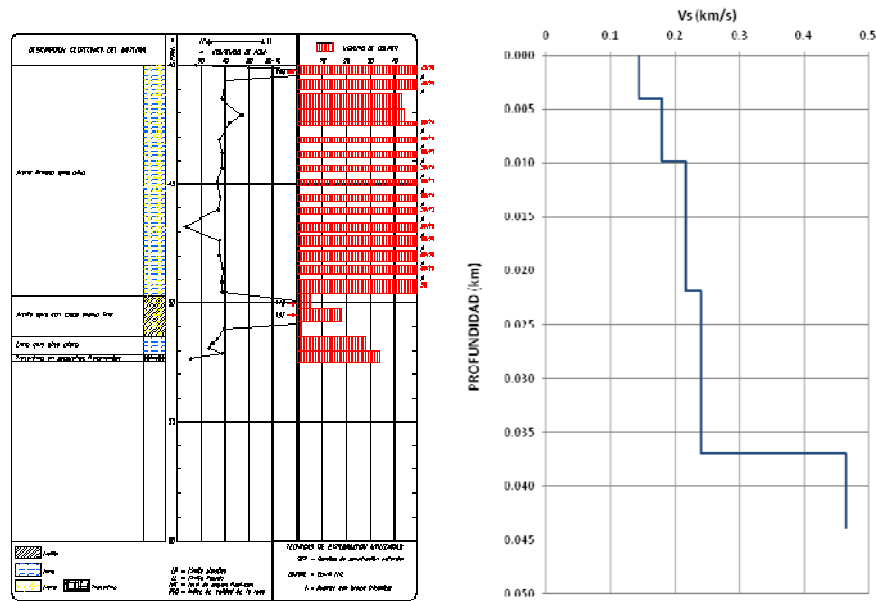


Figura 15 Perfil estratigráfico del suelo (obtenido por medio de una prueba de penetración estándar), y ejemplo de perfil de velocidades de onda de corte V_s , obtenido a partir de la correlación propuesta por Otha y Goto (a la derecha, las gráficas mostradas no están correlacionadas entre sí)

El resultado del análisis de un modelo geotécnico del suelo, es su función de transferencia, que representa la respuesta dinámica del terreno en función de la frecuencia, hasta la profundidad explorada en el sondeo geotécnico. Estas funciones de transferencia se desarrollan a partir de modelos matemáticos unidimensionales del suelo utilizando el método de Haskell (SHAKE 91).

En vista de que sólo se mide la amplificación hasta la profundidad explorada, ésta juega un papel muy importante en la capacidad del modelo para predecir la respuesta de los depósitos reales. Esta es una de sus principales limitaciones, ya que en la mayoría de los casos, los sondeos se realizan a poca profundidad. Teniendo esto en mente, un modelo que considere sólo algunos metros del depósito de suelo, resulta poco confiable al momento de establecer las características dinámicas del terreno.

Mediante el modelo unidimensional del suelo puede conocerse fácilmente la amplificación esperada, sin embargo, al estar limitada su profundidad, la frecuencia obtenida muchas veces no equivale a la correspondiente a las características dinámicas del terreno. Esta limitación hace que sea necesario que se cuente con información adicional, que la mayoría de las veces es un estudio de vibración ambiental, y si es el caso, se puede recurrir a la información acelerométrica disponible del sitio.

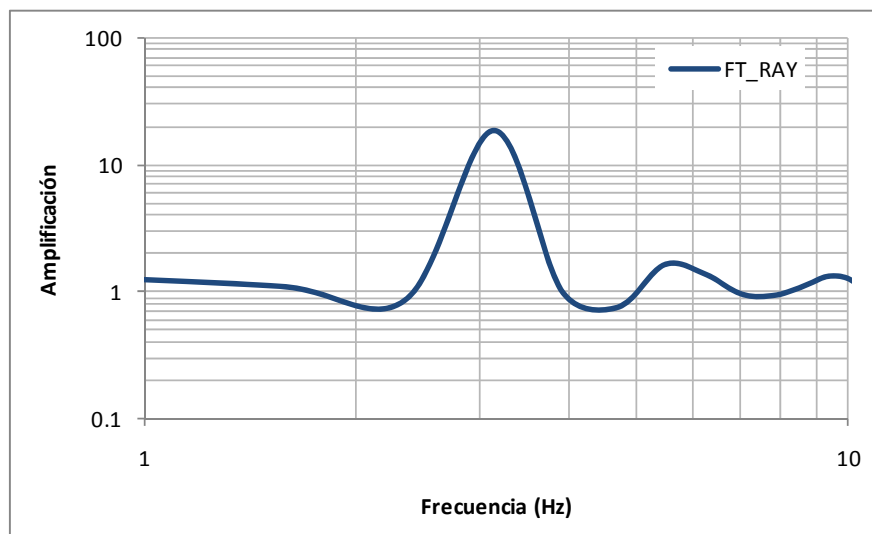


Figura 16 Función de transferencia obtenida mediante el modelo matemático del suelo

Cuando se cuenta por lo menos con un estudio adicional, y conocida la frecuencia del sitio, el modelo del suelo se puede ajustar de manera que se reproduzca la frecuencia obtenida mediante este estudio, pudiéndose aminorar las limitaciones que esta técnica implica.

En la Figura 17 se muestra un ejemplo de dos estudios de diferente origen realizados en la misma ubicación, los cuales pueden combinarse para determinar los efectos de sitio.



Figura 17 Estudios de vibración ambiental y geotécnico (sondeo de penetración estándar, SPT) realizados en ubicaciones contiguas, que se complementan en el cálculo de los efectos de sitio

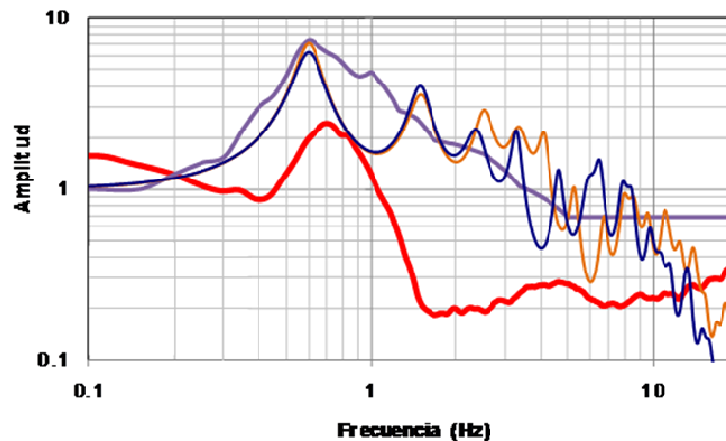


Figura 18 Funciones de transferencia correspondientes a un mismo sitio obtenidas mediante el modelo matemático del suelo (gráficas azul y naranja), vibración ambiental (en rojo) y por medio del análisis de información acelerométrica (en morado). Se pueden observar las diferencias existentes entre las funciones de transferencia de vibración ambiental con respecto a las obtenidas por medio del análisis de acelerogramas y del modelo de suelo

Cuando las velocidades de los estratos de suelo se determinan por medio de pruebas dinámicas, la confiabilidad del modelo es mayor; sin embargo, estas pruebas tienen limitaciones de profundidad de exploración y, como se ha señalado, no es muy útil conocer muy bien las velocidades de los primeros estratos cuando los depósitos van más allá de la profundidad explorada.

Modelo del suelo a partir de datos geofísicos

Los estudios geofísicos reportan velocidades de ondas P y S , y estiman el peso volumétrico de los materiales, así como los parámetros geodinámicos E (módulo de Young), G (módulo de Cortante) y ν (módulo de Poisson). Los modelos para analizar el suelo empleando datos geofísicos son idénticos a los usados con datos geotécnicos.

A diferencia de un estudio geotécnico, que reporta datos en puntos discretos del terreno, un estudio geofísico reporta datos para un perfil transversal a lo largo o ancho del terreno, por medio de los llamados *tendidos de refracción*, lo que permite visualizar la variación de las características dinámicas del terreno en forma continua. Un tendido consiste en la colocación de geófonos (sensores de velocidad de alta frecuencia) a lo largo de una línea sobre la superficie del terreno y espaciados uniformemente. Mientras más largo sea el tendido, mayor puede ser la profundidad explorada en el terreno, la cual puede llegar hasta los 150 m o más, dependiendo de la fuente de energía provocada artificialmente durante la prueba (punto de tiro).

Los resultados de pruebas geofísicas también muestran la variación de las propiedades de los estratos con la profundidad, aunque muchas veces no es posible definir con precisión el límite inferior del último estrato registrado. De la misma forma, no es posible conocer detalladamente la variación de las características de los estratos más superficiales del terreno, lo cual sí es posible mediante sondeos geotécnicos.

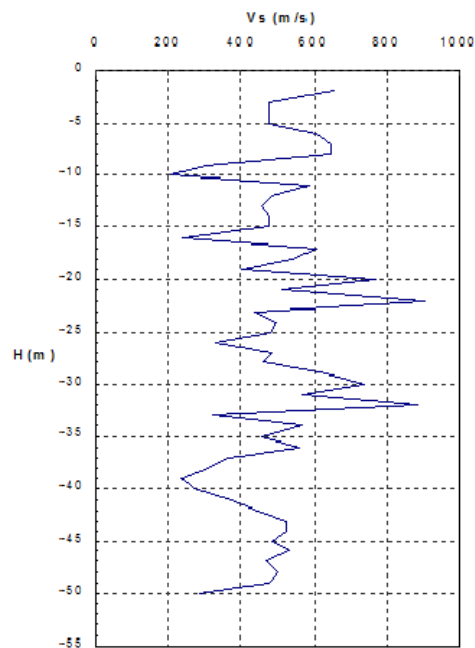


Figura 19 Perfil de velocidades de ondas de corte obtenidas de una prueba de cono eléctrico

Análisis de acelerogramas

La técnica de analizar la información acelerométrica registrada durante eventos sísmicos importantes es una de las más confiables en la estimación de efectos de sitio. El análisis consiste en determinar el cociente espectral de amplitudes de Fourier entre un sitio instrumentado en terreno blando y un sitio instrumentado en terreno firme, el cual se toma como referencia. De esta forma, se puede inferir el movimiento en los sitios de terreno blando por medio de los cocientes empíricos obtenidos para los temblores disponibles (Singh *et al.*, 1988; Reinoso, 1991; Pérez Rocha *et al.*, 2000).

El procedimiento común para la ejecución de esta técnica en México consiste en la consulta la Base Mexicana de Sismos Fuertes. Esta base consta de un catálogo de información de los sismos registrados por la red acelerométrica correspondiente al sitio.

Generalmente, en cada ciudad que cuenta con una red acelerométrica, se establece una estación en terreno firme que se considera como referencia, esto se hace con la intención de conocer el nivel de amplificación que se tiene en un sitio de terreno blando o intermedio (en el caso de la ciudad de México, este sitio se estableció en la estación ubicada en Ciudad Universitaria, CU).

Una vez que se cuenta con la información deseada correspondiente la estación o estaciones de interés, se dispone la ejecución del análisis, consistente en efectuar cocientes de los espectros de Fourier del registro en suelo blando, entre el espectro de Fourier correspondiente del sitio de referencia. Este procedimiento da como resultado la función de transferencia empírica del sitio, que es comparable a las funciones de transferencia obtenidas mediante la técnica de vibración ambiental, con la diferencia que se trata de sismos reales, por lo que se puede tener la certeza de que los datos obtenidos son muy confiables cuando se cuenta con la información acelerométrica suficiente.

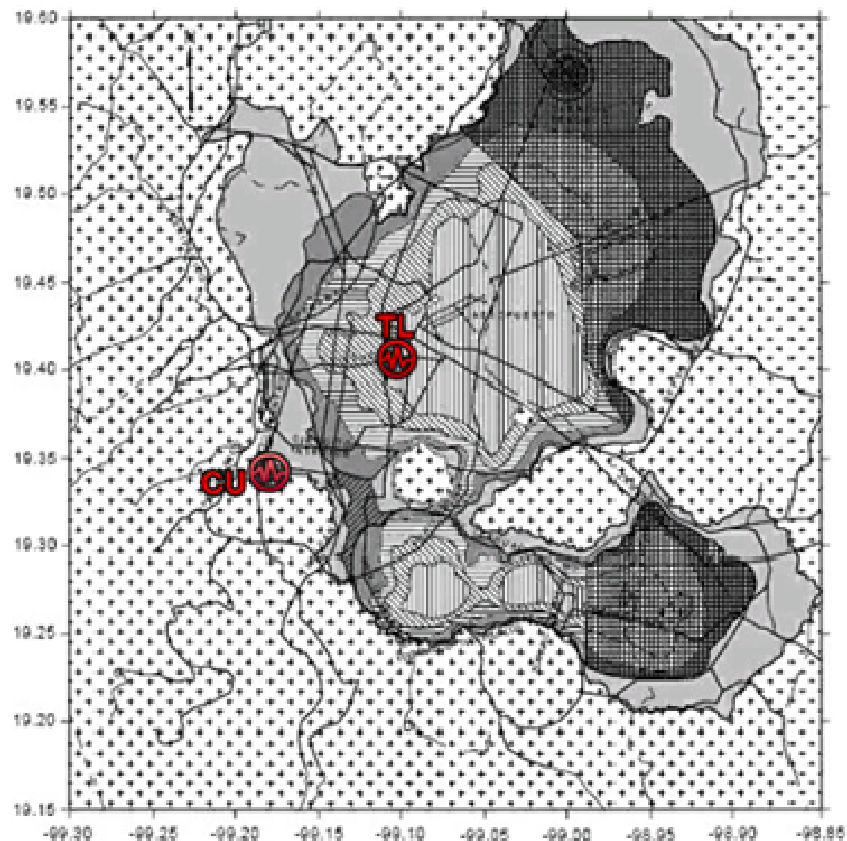


Figura 20 Estaciones correspondientes a la Red Acelerométrica del Valle de México. La estación CU representa el sitio de referencia en terreno firme de la red, en tanto que TL, ubicada en la zona de Lago (suelo blando), representa un sitio en el que se pretenden estimar los efectos de sitio por medio del cociente de los espectros de Fourier correspondientes a sus direcciones horizontales, con respecto a los correspondientes de la estación CU

Efectos de sitio en la Ciudad de México y Acapulco

Efectos de sitio en la ciudad de México

Lo anterior es particularmente importante en la Ciudad de México donde las amplificaciones por efectos de sitio son notables y únicas en el mundo. También existen amplificaciones importantes en la ciudad de Acapulco en donde existe evidencia de comportamiento no lineal del terreno. Estos efectos también pueden encontrarse en otras ciudades de la República Mexicana, aunque en menor medida. Para considerar los efectos de sitio se emplea la función de amplificación del suelo que se define como el cociente de los espectros en el sitio (en suelo blando) con los espectros en suelo firme o roca.

La Ciudad de México cuenta con más de 100 sitios dotados de instrumentos de registro de movimiento fuerte o acelerómetros. Para caracterizar la respuesta en estos sitios se utilizan cocientes de espectros de respuesta promedio (*CER*), los cuales se interpretan como funciones de transferencia entre cada sitio instrumentado y el sitio de referencia. Los cocientes espectrales se calculan analizando registros obtenidos durante sismos previos. Aunque estos cocientes no tienen un significado físico, se han utilizado con éxito para reproducir los espectros de respuesta de sitios en zona de lago a partir de espectros de respuesta en sitios en terreno firme. En la Figura 21 se muestra, a manera de ejemplo, los *CER* para tres sitios (Central de Abastos, cd, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sc, y Viveros de Coyoacán, vi) obtenidos durante dos sismos: el 19 de septiembre de 1985, con línea continua, y el 25 de abril de 1989, con línea punteada. Los sismos utilizados para los cocientes abarcan muchas magnitudes y distancias focales, lo que permite tomar en cuenta directamente los efectos en la amplificación del movimiento debidos a estos factores.

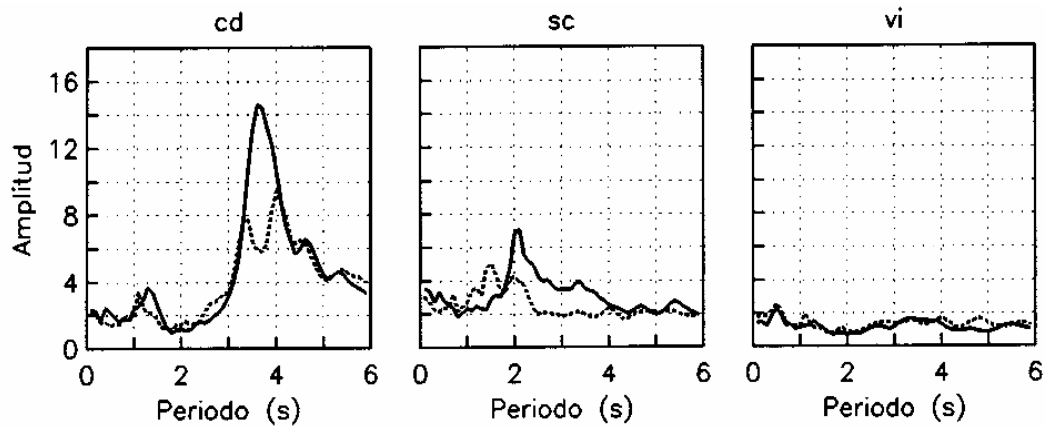


Figura 21 Cocientes de espectros de respuesta para tres sitios de la zona de lago de la Ciudad de México durante dos sismos: el del 19 de septiembre de 1985 (línea continua) y el del 25 de abril de 1989 (línea punteada)

Los cocientes sólo pueden estimarse para los sitios de suelo blando instrumentado en que se hayan obtenido registros sísmicos. Se necesita un cociente espectral de respuesta (*CER*) en cada sitio para el que se requiera estimar las pérdidas; estos puntos, en general, no coinciden con los sitios instrumentados. Para obtener los cocientes en cualquier sitio de la ciudad es necesario desarrollar un procedimiento de interpolación con las siguientes bases: primero, las abscisas de la función de transferencia empírica (*FTE*, periodos) en puntos instrumentados se normalizan con respecto al periodo dominante del sitio. La información acerca de los periodos dominantes es obtenida usando técnicas de microtemblores, sondeos geotécnicos y registros de movimientos fuertes (Reinoso y Lermo, 1991). En la Figura 22 se muestra un mapa de la ciudad con curvas de igual periodo. Posteriormente las *FTE* normalizadas se utilizan en una interpolación bidimensional para obtener las *FTE* normalizadas en sitios arbitrarios. Finalmente, las *FTE* interpoladas se renormalizan con respecto al periodo dominante apropiado. Esta interpolación supone variaciones suaves en la velocidad promedio de las ondas $\bar{v}$ (o, alternativamente, profundidad de la capa dura), y es exacta para la respuesta unidimensional de un estrato. Sin embargo, los efectos bi o tridimensionales quedan incluidos en vista de que las *FTE* se obtuvieron de registros reales.

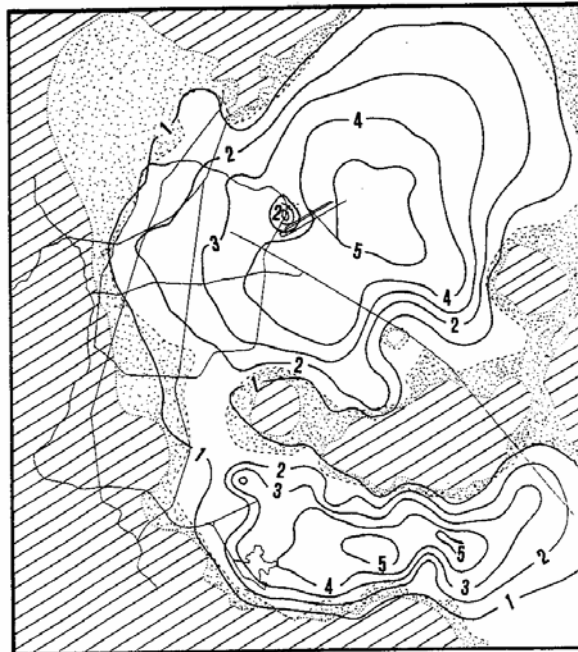


Figura 22 Mapa de la Ciudad de México con curvas de igual periodo obtenidas con datos de sismos, de microtemblores y de propiedades del suelo

Efectos de sitio en la ciudad de Acapulco

Los cocientes espectrales pueden estimarse utilizando los acelerogramas disponibles en la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes, Vol. 2, registrados por las estaciones instaladas en Acapulco (Figura 23). Para realizar los cocientes es necesario establecer una estación de referencia, y se seleccionó a *VNTA* por estar en suelo firme y porque funciona ininterrumpidamente desde 1985.

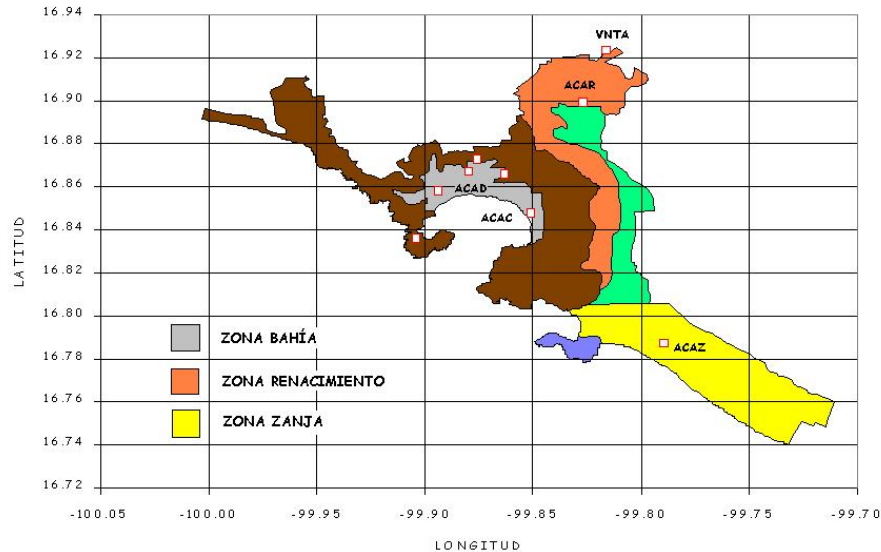


Figura 23 Estaciones acelerográficas instaladas en la ciudad de Acapulco y microzonificación

A partir de los cocientes promedio empíricos en las estaciones *ACAC*, *ACAD*, *ACAR* y *ACAZ* se estima una estratigrafía en cada uno de estos cuatro sitios, utilizando el modelo de Haskell unidimensional y elástico de capas.

Se encuentran relaciones funcionales entre cada uno de los parámetros de las estratigrafías encontradas en el punto anterior con el periodo fundamental del sitio, de tal manera que en otros sitios de la ciudad, donde no se cuenta con registros, sea posible estimar la función de transferencia del suelo con el conocimiento de su periodo y con ayuda del modelo de Haskell.

Efectos de sitio en otras localizaciones

Para otros sitios de la República Mexicana en que las condiciones del suelo no han sido tan estudiadas como en la Ciudad de México, se estima el movimiento a partir de funciones de transferencia promedio obtenidas de movimientos sísmicos registrados en roca, suelos firmes y suelos blandos en diferentes partes del mundo (Figura 24). Para este propósito se toman en cuenta los estudios hechos por Miranda (1991 y 1993a). La función de transferencia de roca a suelo firme está dada por

$$FT(T) = \frac{(1+23T^{1.8})(1+35T^{2.94})}{(1+22T^{3.35})(1+25T^{1.5})} \quad (5)$$

y para suelos blandos por

$$FT(T) = \frac{(0.9 + 8.6T^{1.2})(1 + 35T^{2.94})}{(1 + 5T^{2.8})(1 + 25T^{1.5})} \quad (6)$$

en estas expresiones, T es el periodo de la función de transferencia, FT .

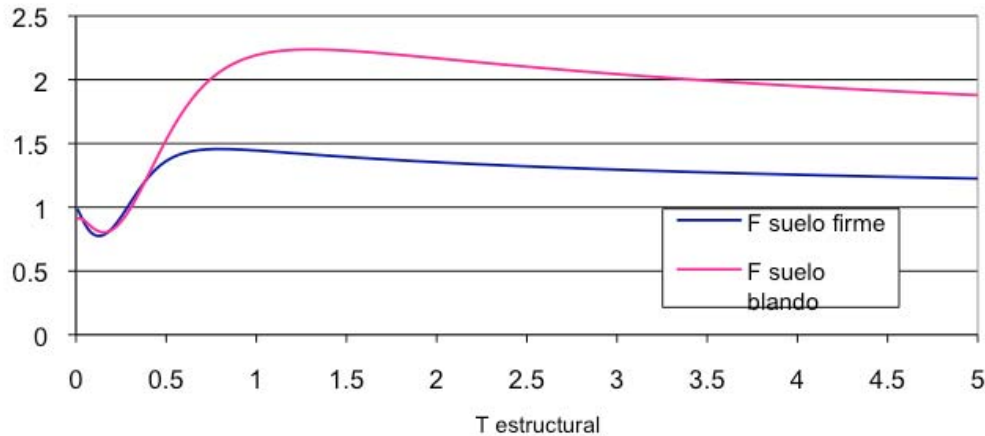


Figura 24 Funciones de transferencia

Recomendaciones sobre las distintas técnicas para estimar efectos de sitio

Sin lugar a dudas, la estimación de los efectos de sitio no es una tarea fácil, sin embargo, la existencia de diferentes métodos aplicables a esta tarea, hace que se tengan más posibilidades de determinar de forma confiable el efecto de amplificación que ocasiona la presencia de estratos de suelo blandos en la proximidad de la superficie del suelo.

Definitivamente lo idóneo sería que se tuviera una gran cantidad de datos acelerométricos en cualquier sitio del cual se quieran conocer sus características dinámicas. Sin embargo, el establecimiento de una red de registro sísmico no resulta tan fácil.

Ante esta situación, la implementación de la técnica de vibración ambiental ha ganado terreno, gracias a la practicidad con la que se puede obtener información de gran utilidad y fácil manipulación de prácticamente cualquier sitio. Sin embargo, ante las desventajas que muestra esta técnica, conlleva a que se deba contar con análisis alternos que ayuden a determinar de mejor manera tanto la frecuencia como el nivel de amplificación del terreno.

La elaboración de modelos matemáticos del suelo es una buena opción cuando se trata de modelar la amplificación del movimiento sísmico ante la presencia de estratos blandos, sin embargo, dadas sus limitaciones, por ejemplo, la profundidad de exploración de los sondeos muchas veces hace que al efectuar su modelo no se obtenga la verdadera respuesta del suelo.

Sin embargo, el caso anterior no sucede la mayor parte del tiempo, teniéndose en cambio, situaciones en las que solamente se cuenta con un determinado tipo de información, que casi siempre son estudios de vibración ambiental. En este caso, sería importante la ejecución de estudios geotécnicos o geofísicos que complementen al estudio de vibración ambiental.

El caso opuesto también se presenta, en este caso, es importante la ejecución de un estudio de vibración ambiental, por medio del cual se pueda estimar la frecuencia del sitio.

Finalmente se tiene el caso en el que sólo se cuenta con información acelerométrica. Esta situación puede no ser tan crítica, sin embargo, algunas veces no se tiene suficiente información que caracterice al sitio, por lo que es importante la ejecución de otro tipo de estudios.

En general, el mejor caso en la estimación de los efectos de sitio, es el que se presenta al contar con más de un tipo de estudio, ya que como se ha visto, estos estudios resultan en alto grado complementarios.

Ventajas y desventajas del estudio de vibración ambiental

Algunas de las ventajas de la aplicación del método de vibración ambiental se presentan a continuación:

- Facilidad de ejecución del estudio.
- Bajo costo.
- Rapidez en la obtención de resultados.
- La obtención de la frecuencia del sitio comúnmente es muy acertada, sobre todo en suelos blandos.
- Se puede obtener información de manera práctica en lugares poco accesibles, o que no cuenta con una red acelerométrica local.

Algunas de las desventajas del método son:

- No se tiene una buena aproximación de la amplificación en el sitio de estudio.
- La respuesta obtenida depende del nivel de ruido que se tenga al momento de efectuar los registros de campo.
- No es muy efectiva en sitios donde se presentan estratos de suelo muy consolidados, o en aquellos en los que se tienen intercalaciones de estratos blandos y firmes en el depósito de suelo, lo que conlleva, con frecuencia, a una mala interpretación de resultados.

Los datos registrados se ven fuertemente influenciados por las condiciones ambientales (temperatura, viento, humedad, lluvia, etc.).

Ventajas y desventajas del modelo matemático del suelo a partir de datos geotécnicos y geofísicos

Algunas de las ventajas de la aplicación de este método se enumeran a continuación:

- Si se tiene un estudio previo (vibración ambiental, análisis de acelerogramas), se puede modelar eficientemente la amplificación que se presenta en el sitio de estudio.
- La frecuencia del sitio puede ser fácilmente estimada.

Algunas de las desventajas del método son:

- Depende de la profundidad de exploración de las pruebas que se ejecuten.
- En muchas ocasiones, los datos reportados en estudios geotécnicos y/o geofísicos contienen errores, que si no son identificados, conllevan a errores en el modelo.

Depende de correlaciones que la mayor parte del tiempo corresponden a suelos de lugares con características diferentes.

Ventajas y desventajas del análisis de acelerogramas

Algunas de las ventajas de este método son las siguientes:

- Se puede tener una estimación muy confiable sobre los efectos de amplificación que afectan a un sitio instrumentado.
- Si la información con que se cuenta es abundante, se puede tener una mejor aproximación de las características dinámicas de un sitio.

Algunas de las desventajas del método son:

- No es muy económica la instalación de una red de instrumentación sísmica.
- El correcto funcionamiento de esta red depende del mantenimiento constante al que debe someterse el equipo de registro, lo que muy comúnmente se ignora.
- La red de registro debe ser lo suficientemente densa, como para que se pueda obtener información suficiente con la que sea posible estimar la respuesta sitios cercanos que no cuenten con instrumentación, y que tengan características similares a las de los sitios instrumentados.
- Se requiere de un gran número de registros de sismos importantes para que se tenga la suficiente información que caracterice al sitio, que considere sismos de diferente origen.

Muchas de las veces se supone que un sitio cercano a otro en el que se tiene instrumentación tienen la misma respuesta, lo que no necesariamente es cierto.

6. Reconocimientos

Este documento ha sido elaborado a lo largo de varios años por los investigadores Mario Ordaz y Eduardo Reinoso.

7. Referencias

Abrahamson N. A. and Silva W. J. (1997) "Empirical Response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes", Seism. Res. Letters, vol. 68, pag., 94-127.

Acosta Chang J., Arellano Zepeda G., Ruiz Cruz E. "Microzonificación sísmica de Mexicali, Informe Final". CISESE, (2007).

Aki, K., "Local site effects in strong ground motion" Earthquake engineering and soil dynamics II-Recent Advances in Ground Motion Evaluation (1988).

Alamilla, J., Esteva, L., García P. J. y Díaz L., O. (2001), "Simulating earthquake ground motion at a site, for given intensity and uncertain source location", *Journal of Seismology*, Vol. 5, No. 4, pp. 475-485.

Alfaro, A., Correlación entre el valor N del ensayo de penetración estándar y velocidad de ondas de corte para arcillas en Bogotá, Colombia. Epsilon, 008 (2007).

ASCE7-05, Minimum design loads for buildings and other structures, ASCE/SEI 7-05.

Avilés J and Pérez-Rocha L E (2005a), Design concepts for yielding structures on flexible foundation, *Engineering Structures*, Vol. 27, 2005.

Avilés J and Pérez-Rocha L E (2005b), Influence of foundation flexibility on R and C factors, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 131, No. 2, pp. 221-230, 2005.

Bard, P.Y., A.M. Duval, B. Lebrun, C. Lachet, J. Riepl., and D. Hatzfeld (1997), "Reliability of the H/V technique for site effects measurement and experimental assesment", Seventh International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Istanbul, July, 19-24.

Bard, Pierre-Yves, "SESAME: Site Effects assessment using ambient excitations". European Commission, (2004).

Bazurro P. y Cornell C. (1999), "Disaggregation of seismic hazard", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 89, No.2, pp. 501-520.

Borcherdt, R. D. "Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification)", *Earthquake Spectra*, 10 (1994).

Chapman M. (1995), "A probabilistic approach to ground-motion selection for engineering design", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 85, No. 3, pp. 937-942.

Chopra A K (1995), Dynamics of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering, Prentice Hall, 1995.

Clough R W y Penzien J (1975), Dynamics of Structures, McGraw-Hill, 1975.

Cornell C. (1968), "Engineering seismic risk analysis", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 58, No. 5, pp. 1583-1606.

Dobry R y Gazetas G (1988), Simple method for dynamic stiffness and damping of floating pile groups, *Geotechnique*, Vol. 38, 1988.

Esteva, L. (1970), "Regionalización sísmica de México para fines de ingeniería", *Series del Instituto de Ingeniería*, No. 246.

EUROCÓDIGO 8. *Disposiciones para el proyecto de estructuras sismoresistentes*: Norma Europea Experimental; Comité Europeo de Normalización, Bruselas; Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid (1998).

Finn, W D L (1991), "Geotechnical engieneering aspects of microzonation", Proc, Fourth Int, Conf. on Seismic Zonation, Stanford, California, I, 199-259.

García, D. Singh S. K., Herráiz M., Pacheco J. F. y Ordaz M. (2005), "Inslab earthquakes of central Mexico: Q, source spectra and stress drop", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 94, No. 3, pp. 789-802.

Gazetas G (1983), Analysis of machine foundation vibrations: state of the art, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 2, 1983.

Gazetas G, Foundation vibrations (1991), *Foundation Engineering Handbook*, Ed. H Y Fang, Van Nostrand Reinhold, 1991.

Gutiérrez, C and S K Singh (1992), "A site effect study in Acapulco, Guerrero, Mexico: comparison of results", *Bull. Seism. Soc. Am.* 78, 42-63.

Harmesen, S., y Frankel, A. (2001), "Geographic disaggregation of seismic hazard in the United States", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 91, No. 1, pp. 13-26.

Haskell, N.H. "The dispersion of surface waves in multilayered media", *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 43, pp. 17-34, 1953.

Iervolino, I., y Cornell, C. A. (2005), "Record selection for nonlinear seismic analysis of structures", *Earthquake Spectra*, Vol. 21, No. 3, pp. 685-713.

Iglesias, A., Singh S. K., Pacheco, J. F. y Ordaz M. (2002), "A source and wave propagation study of the Copalillo, Mexico earthquake of July, 2000 (Mw=5.9): Implications for seismic hazard in Mexico city from Inslab earthquakes", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 92, No. 3, pp. 1060-1071.

Iguchi M (1982), An approximate analysis of input motions for rigid embedded foundations, Transactions of Architectural Institute of Japan, No. 315, 1982.

Imai, T., "P and S velocities of the ground in Japan", Proc. 9th Int. Conf. Soil Mech. Found Eng. Tokio, 2 (1977).

Imai, T., y Yoshimura, Y., "Elastic wave velocity and soil properties in Sofa soil", Tushi-to-Kiso, 18, 1 (1970).

Ishikawa Y. y Kameda H. (1988), "Hazard-consistent magnitude and distance for extended seismic risk analysis", *Proceedings of 9th World Conference on Earthquake Engineering*, II, pp. 89-94.

Ishikawa Y. y Kameda H. (1991), "Probability-based determination of specific scenario earthquake", *Proceedings of Four International Conference of Seismic Zonation*, II, pp. 3-10.

Jaimes M. A. y Reinoso E. (2006), "Comparación del comportamiento de edificios en el valle de México ante sismos de subducción y falla normal", *Revista de Ingeniería Sísmica*, SMIS, No. 74, pp. 1-21.

Jaimes, M. A., Reinoso, E., y Ordaz, M. (2006), "Comparison of methods to predict response spectra at instrumented sites given the magnitude and distance of an earthquake", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 10, No. 5, pp. 1-16.

Jaimes M. A., Reinoso E., y Ordaz M. (2007), "Empirical Green's function modified by attenuation for sources located at intermediate and far distances from the original source", *Accepted for publication in Journal of Earthquake Engineering*.

Japan Road Association. Specifications for Hiways Bridges, Part V, Seismic Desing (2002).

Jiménez, M. J., Giardini, D., Grunthal, G. and the SESAME Working Group (2001) "Unified seismic hazard modeling throughout the Mediterranean region", *Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata*.

Joyner, W.B. y Boore, D.M. (1981), "Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from the Imperial Valley, California", earthquakes, Bull. Seism. Soc. Am., 71, 2011-2038.

Kanai, K and Tanaka (1954), "Measurement of the microtremor", Bull Earthquake Res Inst. Tokyo Univ. 32, 199-209.

Kausel E and Tassoulas J L (1992), Program SUPELM Versión 2.0, Foundations Embedded in Layered Media: Dynamic Stiffnesses and Response to Seismic Waves, 1992.

Kausel E, Whitman R V, Morray J P y Elsabee F (1978), The spring method for embedded foundations, Nuclear Engineering and Design, Vol. 48, 1978.

Lachet, C. and P Y Bard (1994), "Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitations of Nakamura's technique", *J. Phys. Earth.*, 42, 377-397.

Lermo, J., J. Diaz de Leon, E. Nava, and M. Macías (1991). "Estimación de periodos dominantes y amplificación relativa del suelo en la zona urbana de Colima". IX Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Manzanillo, Colima.

Lermo, J. y F.J.Chávez-García (1994a), *Are microtremors useful in site response evaluation?*, Bull. Seism. Soc. Am., 84, 1350-1364.

Lermo, J. y F.J.Chávez-García (1994b), *Site effect evaluation at Mexico City: dominant period and relative amplification from strong motion and microtremor records*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 13, 413-423.

Malhotra, P. K. (2003), "Strong-motion records for site-specific analysis", *Earthquake Spectra*, Vol. 19, No. 3, pp. 557-578.

McGuire R. K. (1995), "Probabilistic seismic hazard analysis and design earthquakes: closing the loop", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 85, No. 5, pp. 1275-1284.

Midorikawa M., Okawa, I., Iiba, M., Teshigawara, M. "Performance-Based Seismic Design Code for Buildings in Japan".

Montalvo-Arrieta, J. (2002), "La respuesta sísmica del terreno firme en la Ciudad de México. Observaciones y modelos", *Tesis de doctorado, Posgrado de Ingeniería*, UNAM.

Mylonakis G, Nikolaou S and Gazetas G (2006), Footings under seismic loading: Analysis and design issues with emphasis on bridge foundations", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 26, 2006.

Nakamura Y (1989), "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface", *QR of RTRI*, 30, No.1, 25-33.

Nishenko S. P. y Singh S. K. (1987), "The Acapulco-Ometepec, México earthquake of 1907-1982: evidence for a variable recurrence history", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 77, No. 4, pp. 1359-1367.

NTC-RCDF, (2004) *Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal*, Gaceta oficial del Distrito Federal, México, D. F., 6 de octubre del 2004.

Mario Ordaz (2005), Mapas de peligro sísmico en México con fines de calificación de equipo eléctrico, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), realizado para el IIE, México.

Ohba, S., y Toriumi, I. "Dynamic response characteristics of Osaka Plain." *Proc. Annual Meeting, A. I. J.* (1970).

Ohta, Y. y Goto, N. "Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristics soil indexes". *Earthq. Eng. Struc. Dyn.* 6. (1978).

Okamoto, T., Kokusho, T., Yoshida, Y. y Kusunoki, K. "Comparisson of surface vs Subsurface wave sourse for P-S logging in sand layer". *Proc. 44th Annual Conference, JSCE* 3 (1989).

Ordaz, M. (2003), *Degtra A4*, Program for accelerograms analysis.

Ordaz, M., Aguilar, A. y Arboleda, J. (2003) "*Crisis 2003: programa para el cálculo de peligro sísmico*", Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ordaz, M., Miranda, E., Reinoso, E., y Perez-Rocha, L.E. (2000) "*Seismic loss estimation model for México city*", XII World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.

Ordaz, M., Arboleda, J. and Singh, S.K. (1995), "A scheme of random summation of an empirical Green's function to estimate ground motions from future large earthquakes", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 85-6.

Ordaz, M. and Faccioli, E. (1994), "Site response analysis in the valley of Mexico: selection of input motion and extend of non-linear soil behaviour", *EQ. Eng. Struct. Dyn.*, Vol.23, 895-908.

Ordaz, M., y Singh, S. K. (1992), "Source spectra and spectral attenuation of seismic waves from Mexican earthquakes, and evidence of amplification in the hill zone of Mexico City", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 82, No. 41, 24-42.

Ordaz, M., Jara, J.M. y Singh, S.K. (1989) "*Riesgo sísmico y espectros de diseño en el estado de Guerrero*", Informe Interno No. 8782, Instituto de Ingeniería, UNAM.

Ordaz Schroeder, M., Veras Felipe, L. "Criterios generales para la definición de espectros sísmicos de sitio".

Ovando E y Romo MP (1991) "*Estimación de la velocidad de onda S en la arcilla de la ciudad de México con ensayos de cono*", *Sismodinámica*, 2.

Pérez A., Jaimes M.A. y Ordaz M. (2008), Spectral attenuation relations at soft sites based on existing attenuation relations for rock sites, Accepted for its publication in the *Journal of Earthquake Engineering*.

Perez-Rocha, Luis Eduardo (1999) "*Respuesta sísmica estructural: efectos de sitio e interacción suelo-estructura*" Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, UNAM.

Reinoso E. and Ordaz, M. (2001), "Duration of strong ground motion during Mexican earthquakes in terms of magnitude, distance to the rupture are and dominant site period," *Earthquake Engineering and Structural Dynamic*, Vol. 30, pp. 653-673.

Reinoso E. y Jaimes M.A. (2008), Criterios para obtener acelerogramas de diseño en sitios afectados por varias fuentes sísmicas. Enviado para su posible publicación a la revista de Ingeniería Sísmica.

Reinoso, E. y Lermo, J. (1991) "*Periodos del suelo del valle de México medidos en sismos y con vibración ambiental*", *Proceedings of the IX National Conference on Earthquake Engineering*, Manzanillo, Colima, México, págs. 2,149-2,156.

Reyes, C. (1999), "*El estado límite de servicio en el diseño sísmico de edificios*", Ph.D.Thesis, Faculty of Engineering, UNAM.

Roesset J M and Scaletti H (1979), "Nonlinear effects in dynamic soil-structure interaction", 3rd International Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Aachen.

Rosenblueth, E., Ordaz M., Sánchez-Sesma, F.J. y Singh S.K. (1989), "*Design Spectra for Mexico's Federal District*", Earthquake Spectra, 5, 273-291.

Sadigh, K., Chang, C. Y., Egan, J.A., Makdise, F. y Youngs, R. R. (1997), "Attenuation relationships for shallow crustal earthquakes based on California strong motion data", *Seismological Research Letters*, Vol. 68, No. 1, pp. 180-189.

Schnable, P. B., Lysmer, J. y Seed, H. B. (1972) "*SHAKE: a computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites*", UCB/EERC-72/12, University of California, Berkeley, december.

Seed H. B. e I. M. Idriss (1970), "*Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses*", EERC-70-10 december.

Seed H. B., Wong R. T., Idriss I. M., y Tokimatsu K. (1986), "*Moduli and damping factors for dynamic analyses of cohesionless soils*", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, vol 112, No. GT11, 1016-1032.

Seed, R. B., Chang, S. W., Dickenson, S. E., and Bray, J. D. "Site-Dependent Seismic Response Including Recent Strong Motion Data." Proc., Special Session on Earthquake Geotechnical Engineering, XIV International Conf. On Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg, Germany, A. A. Balkema Publ. (1997).

SHAKE91: equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soil deposits, (1992), Developed by: P.B. Schnabel, J. Lysmer and H.B. Seed; Modified by: I. M. Idriss and J. I. Sun, Department of Civil & Environmental Engineering, University of California, Davis.

Singh, S. K., Apsel, R., Fried, J., and Brune J. N., (1982), "Spectral attenuation of SH waves along the Imperial fault", *Bulletin Seismological Society of America*, Vol. 72, No.6A, pp. 2003-2016.

Singh, S.K., Astiz, L. and Havskov, J. (1981) "*Seismic gaps and recurrence period of large earthquakes along the Mexican subduction zone: a re-examination*", Bull. Seism. Soc. Am., 71, 827-843.

Singh, S.K., Lermo, J., Domínguez, T., Ordaz, M., Espinosa, M., Mena, E., and Quaas, R. "A study of amplification of seismic waves in the Valley of Mexico with respect to a hill zone site (CU)", *Earthquake Spectra* 4, 1988, pp. 653-673.

Singh, S.K., Ordaz, M., Anderson, J.G., Rodríguez, M., Quaas, R., Mena, E., Ottaviani, M., y Almora, D. (1989), "*Analysis of near-source strong motion recordings along the Mexican subduction zone*", Bull. Seism. Soc. Am., 79, 1697-1717.

Singh S.K., Suárez G. and Domínguez T. (1985) "*The Oaxaca, México earthquake of 1931: Lithospheric normal faulting in subducted Cocos plate*", *Nature* 317, 56-58.

SMIS (2000), Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes, Vol. 2., CD-ROM, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.

Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, "Base nacional de datos de sismos fuertes". México, D. F. (2000).

Stewart JP, Kim S, Bielak J, Dobry R and Power MS (2003), Revisions to soil-structure interaction procedures in NEHRP design provisions. *Earthquake Spectra* 2003; 19: 677-696.

Tassoulas J L y Kausel E (1983), Elements for the numerical analysis of wave motion in layered strata, *Journal of Numerical Methods in Engineering*, Vol. 19, 1983.

Tsige M., García Flórez, I. "Propuesta de clasificación geotécnica del 'Efecto Sitio' (Amplificación Sísmica) de las formaciones geológicas de la Región de Murcia" *GACETA*, 40 (2006).

Trifunac, M.D. and Brady, A.G. (1975), "*A study on the duration of strong earthquake ground motion*", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 65, 3, June 1975, pages 581-626.

Zúñiga, R. (1994) "*Main seismogenic sources zones in Mexico*", Technical Report Proyect 89-0190 IPGH, Panamerican Institute of Geography and History.

Veletsos A S (1993), Design concepts for dynamics of soil-structure interaction, Eds. P Güllkan and R W Clough, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Capítulo 2: Vulnerabilidad

Generalidades

La vulnerabilidad se define como la predisposición de un sistema, elemento, componente, grupo humano o cualquier tipo de elemento, a sufrir afectación ante la acción de una situación de amenaza específica. Como tal, la vulnerabilidad debe evaluarse y asignarse a cada uno de los componentes expuestos y para cada uno de los tipos de amenazas considerados.

La vulnerabilidad estructural se refiere al daño o afectación que sufrirá un activo determinado ante una amenaza dada. Usualmente se mide en términos de un porcentaje medio de daño o valor económico requerido para reparar el bien afectado y llevarlo a un estado equivalente al que tenía antes de la ocurrencia del evento tomando en cuenta la incertidumbre asociada.

La vulnerabilidad se expresa por lo tanto en términos de la llamada “función de vulnerabilidad”. La función de vulnerabilidad define la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida durante un escenario específico. Se define mediante curvas que relacionan el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno amenazante.

Cada uno de los activos que conforman la base de exposición de componentes deberá tener asignada una función de vulnerabilidad para las pérdidas físicas.

Las funciones de vulnerabilidad pueden construirse mediante diferentes técnicas incluyendo:

- Observaciones del comportamiento de diferentes tipos estructurales ante fenómenos que producen daños
- Estudios experimentales de componentes estructurales sometidos a acciones externas que modelan los efectos de las amenazas a considerar
- Estudios analíticos de componentes estructurales o de estructuras completas sometidos a acciones externas que modelan los efectos de las amenazas a considerar
- Experiencia y opiniones de expertos

Por ejemplo, si los elementos o componentes de la construcción, tales como los acabados o los mismos contenidos, tienen funciones de vulnerabilidad similares a la de la estructura, pueden considerarse de manera simple como una proporción del valor total de la construcción y el análisis correspondiente con la función de vulnerabilidad asignada a la edificación. Por otro lado, los elementos o componentes tales como acabados o contenidos con funciones de vulnerabilidad muy diferentes pueden considerarse mediante la ponderación y modificación de la función de vulnerabilidad de la construcción, según los criterios del usuario para llevar a cabo esta aproximación.

Las funciones de vulnerabilidad para los tipos estructurales típicos y para los diferentes tipos de amenaza para cada país o región debe ser objeto de investigación y refinación permanente. El grado de precisión que se utilice en la función de vulnerabilidad definirá el grado de precisión de los resultados de riesgo. La utilización de funciones de vulnerabilidad de tipos constructivos similares con base en curvas propuestas en otros países o regiones es posible siempre y cuando se realice una validación y verificación de las mismas. Las universidades y centros de investigación deben estudiar y proponer las funciones de vulnerabilidad de cada país para cada uno de los componentes críticos de obras de infraestructura expuestos a riesgos.

2. Vulnerabilidad sísmica

La función de vulnerabilidad define la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida durante un escenario específico, para lo cual es necesario definir las curvas que relacionan el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno amenazante.

El daño se mide usualmente en términos de la relación media del daño RMD (MDR, Mean Damage Ratio en inglés) también llamada β (Miranda, 1999), y corresponde en general al costo de reparación de la estructura para llevarla a un estado equivalente al que tenía antes de la ocurrencia del evento, medida como porcentaje de su valor de reposición total. Por otro lado, la intensidad sísmica puede ser la aceleración, velocidad, desplazamiento o cualquier otra, la que mejor correlación presente frente al nivel de daño del componente a considerar.

En el desarrollo metodológico que se presenta a continuación la intensidad sísmica se mide principalmente con la aceleración espectral, desplazamiento espectral y deriva de entrepiso. En la metodología se han tenido en cuenta diversos parámetros de intensidad sísmica que resultan adecuados para correlacionar con el daño de cada uno de los tipos estructurales característicos. Por ejemplo para edificaciones muy rígidas o frágiles, para muros, taludes y componentes estructurales específicos, resulta conveniente utilizar la aceleración máxima del terreno. En otros casos resulta de mayor sensibilidad la velocidad máxima del terreno o la deriva espectral.

Funciones de vulnerabilidad para sismo

Están dadas en términos de aceleración, velocidad o desplazamientos espectrales, es decir para diferentes periodos estructurales dominantes de vibración. Los valores espectrales están dados en general en términos de respuesta elástica de las estructuras para un amortiguamiento dado, generalmente el 5%.

Desde el punto de vista de la función de vulnerabilidad, la medida de intensidad que se selecciona corresponde en general al parámetro que mejor se ajuste a la representación de daño de cada construcción en particular. En general se utilizan las siguientes representaciones:

- En estructuras rígidas, de poca altura, en mampostería estructural, adobe y materiales similares, el daño se correlaciona con la aceleración espectral inelástica. Para el caso de estructuras muy rígidas el parámetro que se utiliza normalmente es la aceleración máxima del terreno.
- En estructuras de varios pisos con sistemas de marcos, combinados o sistemas de muros estructurales el daño se correlaciona con la deriva espectral inelástica de la edificación.

La Figura 1 presenta dos ejemplos de funciones de vulnerabilidad, uno en términos de la aceleración espectral inelástica y otro en términos de deriva espectral inelástica.

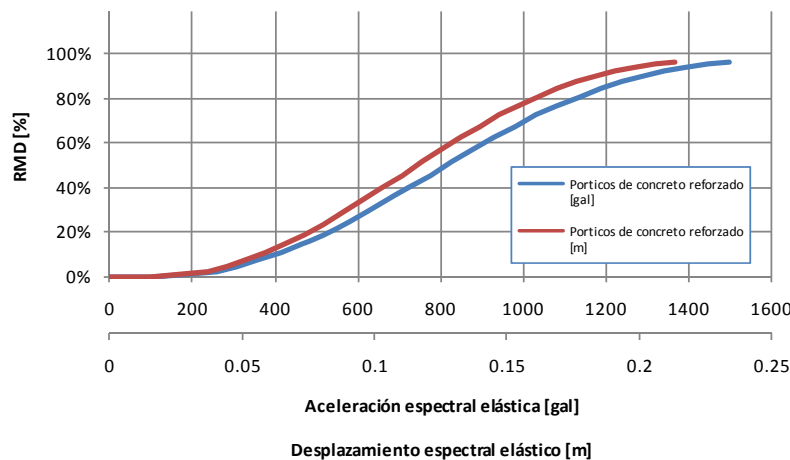


Figura 1 Función de vulnerabilidad para marcos de concreto reforzado

Para tomar en cuenta la no linealidad de las estructuras, es decir, la variación de su comportamiento con la intensidad del sismo, se plantean coeficientes de modificación de los parámetros de intensidad que permitan pasar de valores inelásticos a elásticos equivalentes. Lo anterior obliga a que prácticamente cada tipo de componente tenga una función de vulnerabilidad diferente ya que si el comportamiento inelástico varía de una estructura a otra, por ejemplo por el número de pisos, irregularidad o cualquier otro factor, esto generará una función diferente.

Cuando una función de vulnerabilidad está planteada en términos de respuesta inelástica de la estructura (normalmente la deriva inelástica de entrepiso) es necesario modificar la función de vulnerabilidad y expresarla en términos de derivas elásticas de entrepiso. La especificación de la amenaza correspondiente debe ser compatible con la función seleccionada.

La selección de funciones de vulnerabilidad debe hacerse teniendo en cuenta las siguientes precauciones:

- La Relación Media de Daño, RMD, asignada a un elemento estructural individual no es la misma para toda una estructura. Es necesario establecer cuál es la RMD global a partir de RMD de componentes o elementos individuales.
- El comportamiento global de la estructura puede variar significativamente con respecto al comportamiento de un elemento estructural dado, aún si este elemento es uno de los elementos principales de la estructura. En general es necesario realizar un análisis no lineal de la estructura global, teniendo en cuenta el comportamiento no lineal de algunos elementos estructurales claves dentro de la estructura. Los niveles de daño deben asignarse para toda la estructura.
- La medida de intensidad de entrada en la función de vulnerabilidad puede establecerse en términos de valores espectrales (aceleración o desplazamiento) o en términos de valores de referencia como aceleración o velocidad máxima del terreno. En este caso es necesario realizar las transformaciones necesarias y garantizar que la información de amenaza es compatible con la intensidad de entrada a la función de vulnerabilidad.

En muchos casos el parámetro de entrada de la función de vulnerabilidad corresponde, por ejemplo, a la deriva inelástica máxima demandada. Considerando que la amenaza está expresada en general en términos de la deriva elástica máxima, es necesario transformar las funciones de vulnerabilidad para que queden expresadas en términos del parámetro requerido por la amenaza. Esto implica que para su estimación debe considerarse el comportamiento inelástico de la estructura para lo cual debe recurrirse a algún método aproximado de cálculo inelástico de respuesta sísmica estructural.

Curvas de capacidad y curvas en formato $Sa - Sd$

La curva de capacidad (conocida como “pushover”) y las correspondientes curvas en formato $Sa - Sd$ ante cargas horizontales de un sistema estructural cualquiera representa una adecuada estimación de su comportamiento esperado tanto en el rango elástico como en el inelástico. Los métodos para calcular estas curvas se presentan en ATC-13 (1985). El análisis no lineal simplificado propuesto se basa en estimar el punto de comportamiento sobre esta curva ante una demanda sísmica determinada, la cual está dada por espectros inelásticos definidos para el sitio bajo análisis. El análisis considera las variaciones en la rigidez en el periodo estructural y en el amortiguamiento para niveles progresivos de deformación de entrepiso. La Figura 2 ilustra la representación típica de una curva de capacidad de una edificación cualquiera que se expresa normalmente en términos del cortante basal y el desplazamiento correspondiente a nivel de cubierta.

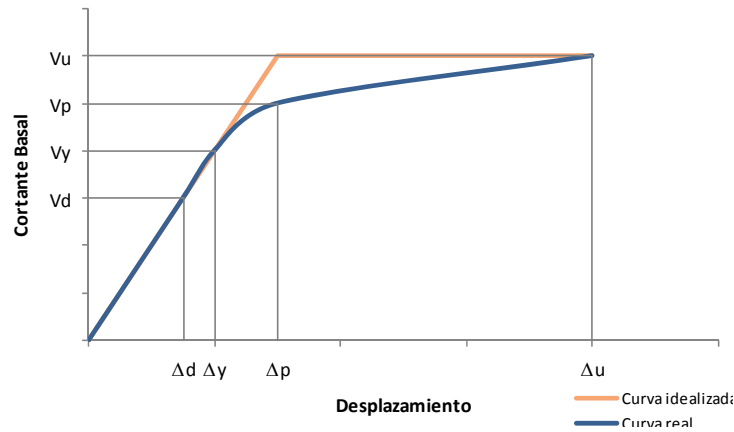


Figura 2 Curva de capacidad

Es posible modificar esta curva para expresarla en el formato $Sa - Sd$ (ATC-40, 1996) donde en el eje de las abscisas queda el desplazamiento espectral mientras que en el eje de las ordenadas queda el coeficiente sísmico espectral, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$Sa = \frac{V/M}{\alpha_1} - Sd \quad (1)$$

$$Sd = \Delta \cdot \alpha_2 \quad (2)$$

$$\alpha_1 = \frac{(\sum m_i \phi_i)^2}{\sum m_i \phi_i^2} \quad (3)$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{FPM} \quad (4)$$

$$FPM = \frac{\sum m_i \phi_i}{\sum m_i \phi_i^2} \quad (5)$$

Los factores α_1 y α_2 corresponden al factor de participación de masa o fracción del peso del edificio en el primer modo de vibración, y al inverso del factor de participación modal FPM o fracción de la altura del edificio para el punto de observación del desplazamiento. Los términos m_i y ϕ_i corresponden a la masa total y al desplazamiento en cada uno de los niveles de la edificación para el primer modo de vibración.

Las curvas de capacidad en formato $Sa - Sd$ pueden representarse de manera conveniente utilizando una serie de coeficientes y unas funciones características que dependen de los siguientes factores (HAZUS, 2003):

- C_s , coeficiente de esfuerzo sísmico
- T_e , periodo estructural elástico
- α_1 , fracción del peso efectivo en el “pushover”
- α_2 , fracción de la altura total en el punto de observación del desplazamiento
- γ , relación entre el esfuerzo de fluencia y el de diseño
- λ , relación entre el esfuerzo último y el de fluencia
- μ , relación entre el desplazamiento último y λ veces el desplazamiento de fluencia

La Figura 3 ilustra la curva de capacidad en términos de los anteriores parámetros.

Definición de niveles de daño

Para generar la función de vulnerabilidad a partir de la curva de capacidad en formato $Sa - Sd$ es necesario definir niveles de daño. Se propone asignar niveles de daño para los puntos correspondientes a los estados de comportamiento siguientes (Figura 3):

- Punto de fluencia del sistema (Sd_y, Sa_y): daños nulos
- Punto de comportamiento plástico (Sd_p, Sa_p): daños hasta del 20%
- Punto de comportamiento último (Sd_u, Sa_u): daños entre el 80% y 100%

La asignación de niveles de daño en estos puntos permite la conformación de la función de vulnerabilidad en términos del daño esperado y de la desviación estándar. El ajuste final de la curva se realiza cambiando las curvaturas correspondientes a los dos tramos de curvas controlados en los anteriores puntos fijos. La Figura 4 ilustra un ejemplo de definición de la función de vulnerabilidad con esta metodología.

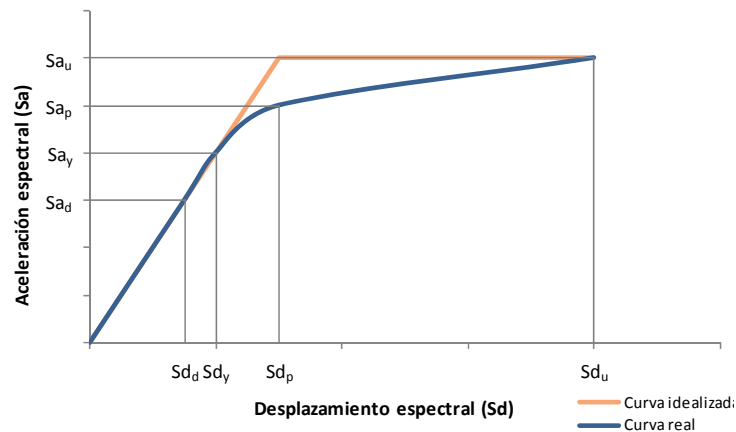


Figura 3 Curva de capacidad y curva en formato $Sa - Sd$

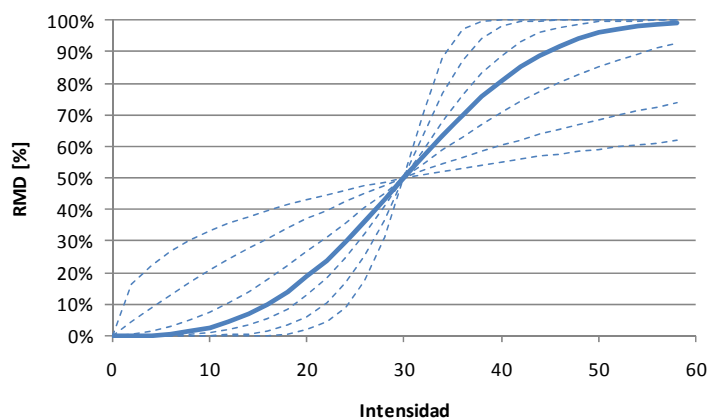


Figura 4 Grupo de curvas con diferentes formas

Estimación de la demanda inelástica

La estimación de la demanda inelástica de la edificación consiste en calcular la deformación horizontal piso a piso, la deriva máxima piso a piso o bien la aceleración máxima horizontal de respuesta de la edificación. Existen varios métodos propuestos para el cálculo aproximado de la demanda inelástica de edificaciones tales como el explicado en el ATC-40 (1996) utilizado por sistemas como el HAZUS (2003). En la presente metodología se utiliza el método de Miranda (1999) que se explica brevemente a continuación.

Para un valor dado de intensidad sísmica, γ_i , el valor esperado de β se puede calcular empleando la siguiente expresión (Miranda, 1999; Ordaz, 2000).

$$E(\beta|\gamma_i) = 1 - \exp \left[\ln 0.5 \left(\frac{\gamma_i}{\gamma_0} \right)^\varepsilon \right] \quad (6)$$

Se deben definir tipos constructivos característicos que representen el comportamiento esperado de las construcciones más frecuentes. Las edificaciones típicas de varios pisos incluyen construcciones en varios sistemas estructurales como son marcos resistentes a momentos, sistemas combinados o duales, sistemas de edificaciones con muros estructurales, sistemas prefabricados y otros, y en general comparten la característica de que el daño principal que puede llegar a ocurrir en ellos depende principalmente de la deformación relativa piso a piso.

El nivel de daño para edificaciones típicas se puede estimar tomando la deriva de entrepiso como parámetro de referencia, el cual se calcula como el desplazamiento relativo entre dos niveles contiguos, dividido entre la altura del piso. Existe un número importante de estudios que concluyen que dicho parámetro de la respuesta estructural presenta la mejor correlación con el daño estructural registrado (Bertero *et al.*, 1991; Priestley, 1997; Sozen, 1997). A partir de la aceleración espectral es posible determinar la máxima distorsión de entrepiso (demanda inelástica) con la siguiente expresión:

$$\gamma_i = \frac{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 (\eta N^\rho)^2}{4\pi^2 N h} S_a(T) \quad (7)$$

donde,

β_1 es la relación entre el máximo desplazamiento lateral en el nivel superior de la estructura y el desplazamiento espectral, considerando un modelo de comportamiento elástico lineal. Este factor depende del tipo estructural y del número de pisos de la estructura. Se calcula a partir de la solución de la ecuación diferencial que describe el comportamiento de un sistema acoplado, compuesto por una viga continua de cortante y otra de flexión, sometido a carga lateral que varía con la altura. El grado de participación de las deformaciones laterales de corte y de flexión en el sistema es función de un parámetro α que depende del sistema estructural. Por ejemplo, en un edificio flexible construido a base de marcos de concreto (sin muros estructurales ni arriostramiento) dominan las deformaciones laterales de corte, mientras que en una construcción con muros de concreto reforzado, las deformaciones de flexión son las predominantes. Mayor información sobre cómo estimar este parámetro se encuentra en Miranda (1997), donde se presentan resultados en la estimación de desplazamientos laterales máximos utilizando este enfoque.

β_2 describe la relación entre la máxima distorsión de entrepiso y la distorsión global de la estructura, que se define como el máximo desplazamiento lateral en la azotea dividido por la altura total. β_2 depende del grado de participación de las deformaciones laterales de corte y flexión, y del tipo estructural. Tiene en cuenta el hecho que en general las deformaciones laterales durante un sismo intenso no se distribuyen uniformemente con la altura de la edificación, pero que hay una tendencia a concentrar grandes deformaciones de entrepiso en algunos niveles (Miranda, 1997).

β_3 expresa la relación entre el máximo desplazamiento lateral del modelo de comportamiento inelástico, y el desplazamiento máximo del modelo elástico lineal. Este factor depende de la demanda de ductilidad al desplazamiento, el periodo fundamental de vibración de la estructura y el tipo de suelo que la soporta. Se calcula con funciones que han sido calibradas con estudios estadísticos de relaciones entre el máximo desplazamiento lateral de osciladores de un grado de libertad con comportamiento inelástico, y sus contrapartes en comportamiento elástico. Dichas calibraciones han sido realizadas para osciladores sometidos a cientos de acelerogramas registrados en diferentes tipos de suelo durante más de 25 sismos ocurridos a nivel mundial. Para estructuras sobre suelos blandos, β_3 no sólo depende del periodo fundamental de vibración de la estructura sino más bien de la relación entre este y el periodo dominante del suelo (Miranda 1991, 1993 y 1997). La demanda de ductilidad global de la estructura se estima con la

aceleración espectral asociada al periodo de vibración de la estructura, la resistencia ante cargas laterales de la misma, y el factor de reducción de las cargas aplicadas. La resistencia lateral de la estructura depende de la ubicación y la edad de la misma, lo que hace posible clasificar las estructuras en términos de normativas y códigos de construcción vigentes en el momento de ser construidas.

β_4 es la relación entre los factores β_2 elástico e inelástico. Este factor tiene en cuenta que la distribución de la carga lateral con la altura es diferente en el modelo elástico y en el inelástico. En el caso de comportamiento inelástico se produce una gran concentración de fuerza. Este factor depende del número de pisos y del nivel de deformación inelástica de la estructura, que se mide en términos de la demanda de ductilidad al desplazamiento. Para más información al respecto véase Miranda (1997).

η y ρ son factores para estimar el periodo fundamental de la estructura a partir del número de pisos, N :

$$T = \eta N^\rho \quad (8)$$

Estos factores dependen de la ubicación de la estructura, el tipo estructural, el tipo de suelo y el año de construcción. Tienen en cuenta el hecho de que la rigidez lateral de las estructuras localizadas en zonas de alta sismicidad es mayor que el de estructuras ubicadas en zonas de baja sismicidad. También consideran que las estructuras construidas sobre suelos blandos son más flexibles que las construidas en suelos firmes debido a la flexibilidad de la cimentación. Estos parámetros han sido calibrados con modelos analíticos, resultados experimentales y diferentes consideraciones siguiendo los requerimientos que se presentan en las normas. Debe anotarse que se asigna un nivel de incertidumbre en la determinación del periodo fundamental de la estructura T , y es tomada en cuenta dentro del análisis.

h es la altura de cada piso de la estructura, que depende del tipo estructural, la ubicación geográfica y la fecha de construcción.

$S_a(T)$ es la aceleración espectral, que depende del periodo fundamental de vibración, el amortiguamiento de la estructura y la amenaza sísmica en el sitio. Se obtiene directamente a partir del archivo AME y con el periodo estructural estimado.

Una vez que se determina la máxima distorsión de entrepiso de la estructura, su vulnerabilidad puede ser incrementada por varios factores. Algunos de estos factores son: irregularidades en planta y en altura, golpeteo con edificaciones vecinas, daños previos no reparados, columnas cortas, entre otros.

El valor esperado del daño de la estructura, dado un valor de intensidad sísmica cualquiera (en particular aceleración máxima del terreno o distorsión máxima de entrepiso calculada a partir de la ecuación Ec. 9), es

$$E(\beta|\gamma_i) = K_1 K_2 K_3 K_4 \left(1 - \exp \left[\ln 0.5 \left(\frac{\gamma_i}{\gamma_0} \right)^\varepsilon \right] \right) \quad (9)$$

donde β es la pérdida bruta, γ_0 y ε son parámetros de vulnerabilidad estructural que dependen del sistema estructural y la fecha de construcción, y $E()$ es el valor esperado de la variable. Nótese que por definición, β es la proporción entre el costo de reparación y el costo total, y su valor está entre 0 y 1. Alternativamente, cuando el formato de la función de vulnerabilidad esté dado como una tabla de valores, $F(\gamma_i)$, el valor esperado del daño se calcula como:

$$E(\beta|\gamma_i) = K_1 K_2 K_3 K_4 (F(\gamma_i)) \quad (10)$$

donde,

K_1 = factor de modificación por irregularidades en planta

K_2 = factor de modificación por irregularidades en altura

K_3 = factor de modificación por golpeteo con edificaciones vecinas

K_4 = factor de modificación por daños previos no reparados, columnas cortas, entre otros

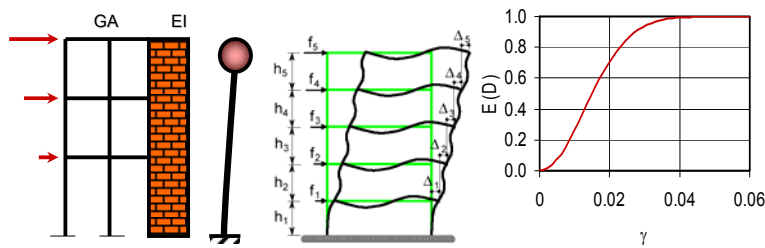


Figura 5 Procedimiento de cálculo de curvas de vulnerabilidad

Modificaciones para obtener funciones de vulnerabilidad

De acuerdo con lo planteado anteriormente, es necesario modificar o transformar el eje de las abscisas de las funciones de vulnerabilidad con el fin de compatibilizar el parámetro de intensidad con el dado por la evaluación de amenaza (usualmente en términos de respuesta elástica).

Dicha conversión consiste en transformar el eje de las abscisas de las funciones de vulnerabilidad por un factor, de tal manera que éstas queden expresadas en términos de la demanda elástica obtenida del mapa de amenaza disponible, y el resultado sería el equivalente que si se introduce la respuesta inelástica de la misma construcción.

También deben poderse realizar modificaciones de los ejes en la demanda por ejemplo cuando se desea considerar las pérdidas en los contenidos con distribuciones de pérdidas diferentes. En ese caso es necesario hacer ponderaciones del daño con respecto a los valores globales de las estructuras y de los contenidos respectivamente para definir una función de vulnerabilidad única.

La Figura 6 presenta varios ejemplos en una misma función de vulnerabilidad para un edificio determinado, se representan en términos de diferentes variables, todas ellas equivalentes.

Edificación	Marcos de concreto estructural (5 pisos)			
Parámetros básicos	Altura:	15.2 m	T_e :	0.75
	C_s :	0.13	γ :	1.25
	μ :	5.3	λ :	3

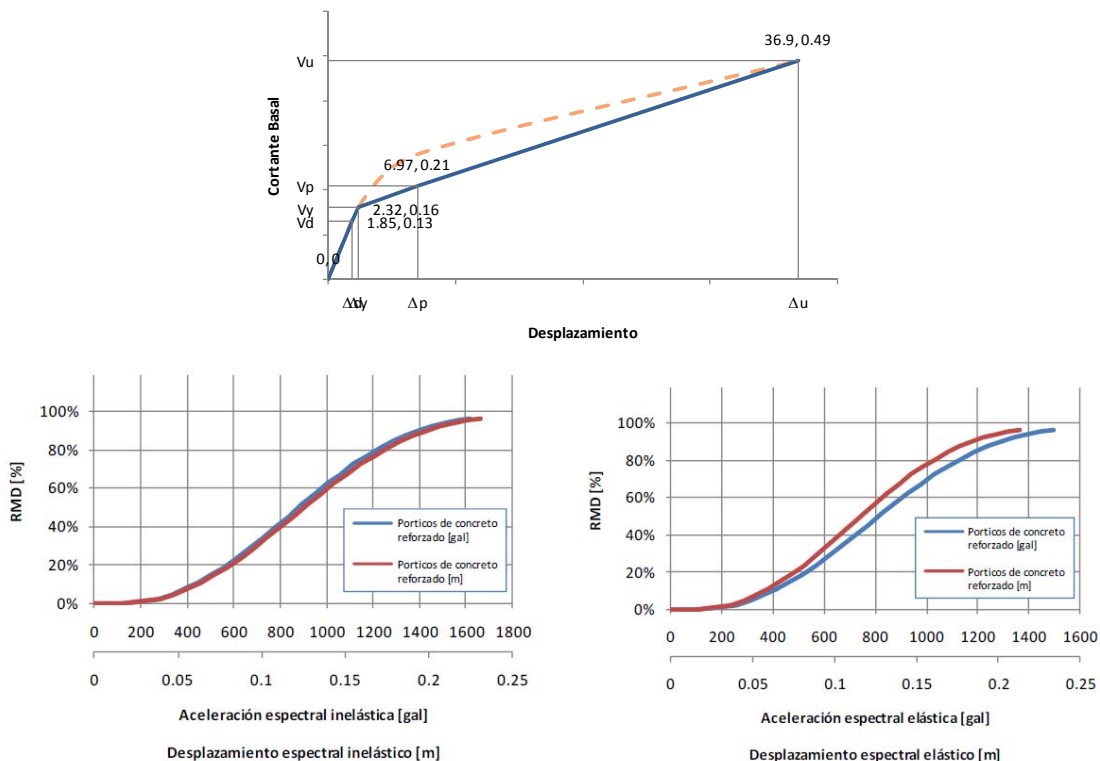


Figura 6 Función de vulnerabilidad para diferentes variables

Desviación estándar del daño

En forma complementaria a la estimación del valor esperado del daño como función del parámetro de intensidad de entrada, se debe plantear la desviación estándar de esta función. Para efectos de esta estimación se propone la utilización de la función que se presenta en la Figura 7, la cual relaciona la desviación estándar del daño con la misma medida de intensidad planteada anteriormente.

La densidad de probabilidades del daño se considera de tipo Beta y está dada por la siguiente ecuación:

$$p_{\beta|\gamma_i}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (11)$$

donde a y b son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño, $aC(\beta)$, de la siguiente manera

$$a = \frac{1-E(\beta|\gamma_i)-E(\beta|\gamma_i)C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \quad (12)$$

$$b = a \left[\frac{1-E(\beta|\gamma_i)}{E(\beta|\gamma_i)} \right] \quad (13)$$

$C^2(\beta)$ se calcula como

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma_i)}{E(\beta|\gamma_i)} \quad (14)$$

don $\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma_i)$ es la varianza de la pérdida.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula. Para valores intermedios es difícil precisar, con bases empíricas, cuánto vale la varianza de la pérdida.

Para fijar la variación de la varianza de la pérdida se ha utilizado la expresión de la distribución de probabilidad asignada en el estudio clásico del ATC-13 (ATC-13, 1985) cuya varianza tiene la siguiente forma funcional:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma_i) = Q(E(\beta|\gamma_i))^{r-1} (1-E(\beta|\gamma_i))^{s-1} \quad (15)$$

donde

$$Q = \frac{V_{max}}{D_0^{r-1}(1-D_0)^{s-1}} \quad (16)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (17)$$

V_{max} , D_0 y r son parámetros que dependen del tipo estructural. V_{max} es la varianza máxima, D_0 es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima y r ha sido tomado igual a tres.

Una vez determinados el valor esperado y la varianza de la pérdida queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto dado un valor de intensidad sísmica.

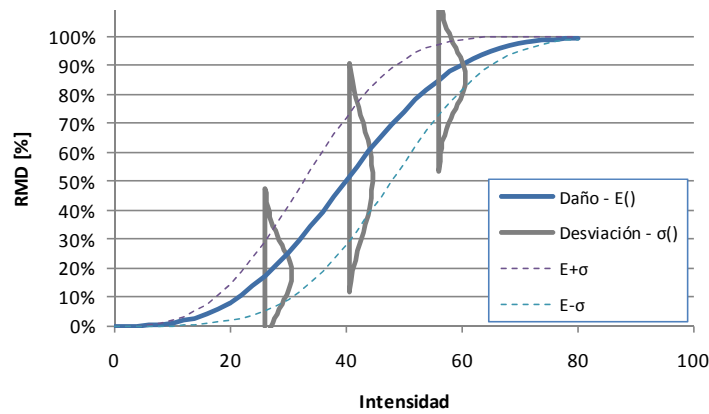


Figura 7 Desviación estándar típica del daño

3. Funciones genéricas de vulnerabilidad

Se considera que con las funciones de vulnerabilidad que se contemplan, se cubre el universo de infraestructura que abarca este proyecto. Para aquellas edificaciones que se consideran construidas a base de muros de mampostería, marcos de concreto o acero, como escuelas, guarderías, hospitales, hoteles, entre otros, la metodología empleada es aquella que se encuentra contenida en este documento.

Iglesias y edificios históricos

Debido a la cultura religiosa que ha predominado en México durante varios siglos, se han construido centenares de iglesias, las cuales generalmente albergan una gran cantidad de personas en los momentos de sus celebraciones. Es por esto que es importante conocer el comportamiento que éstas presentan durante la ocurrencia de un sismo, ya que por sus características estructurales y por el número de personas que las utilizan, una falla de la misma puede ocasionar grandes pérdidas, no solamente económicas, sino históricas, y peor aún, humanas.

En la literatura (Lagomarsino y Podestà, 2004) existen diferentes metodologías y filosofías para estimar el daño en este tipo de inmuebles, los cuales se pueden dividir en tipológicos, heurísticos o aquellos que están basado en la opinión de expertos. Para estudios a nivel regional, el uso de metodologías basadas en la tipología estructural es lo más común, entre ellas se encuentra aquella basada en una matriz de probabilidad de daños, la cual fue propuesta originalmente por el Grupo Nacional Italiano para la Defensa de los Sismos.

Matriz de probabilidad de daños

Esta metodología consiste en la subdivisión de edificios que pertenecen o presentan las mismas características estructurales o arquitectónicas. El daño se describe empleando una variable discreta que puede adquirir seis niveles de daño, y para cada tipología de construcción, dada la intensidad del sismo, el daño asignado o estimado se representa por un histograma de ocurrencia o por una distribución de probabilidades; generalmente, la función de probabilidades que se adopta es una binomial, la cual se define solamente por el grado medio de daño (μ_D), Ec. (18).

$$p_k = \frac{5!}{k!(5-k)!} \left(\frac{\mu_D}{5}\right)^k \left(1 - \frac{\mu_D}{5}\right)^{5-k} \quad (18)$$

donde p_k es la probabilidad de estar en el nivel de daño k ($k = 0,1,2,3,4,5$).

Para el caso de construcciones que no son iglesias, pero que emplean el mismo material de construcción (mampostería no confinada), el daño se divide solamente en tres niveles, con lo que la Ec. (18) se modifica quedando de la siguiente manera:

$$p_k = \frac{3!}{k!(3-k)!} d^k (1-d)^{3-k} \quad (19)$$

donde d es un parámetro que resulta del proceso estadístico de los datos colectados en Umbria (Lagomarsino y Podestà).

Es importante comentar que las curvas de vulnerabilidad que se emplean en este proyecto tienen sus bases en estas metodologías, pues son los resultados que se encuentran disponibles para definir el comportamiento sísmico de las iglesias.

Matriz de probabilidad de daños en macroelementos

Con base en lo anterior, se comenta que para estimar las curvas de vulnerabilidad se consideran los mecanismos de colapso más representativos de este tipo de inmuebles en cada una de las partes arquitectónicas que las componen (macroelementos). De esta manera, es posible definir una matriz de probabilidad de daños para cada uno de los mecanismos de daño que se consideren.

Posteriormente, es posible definir un nivel de daño global considerando el daño obtenido en cada macroelemento de manera individual, esto se hace a través de un promedio de los niveles de daño considerados ponderados por el puntaje obtenido. El puntaje de daño está definido por la siguiente ecuación:

$$i_d = \frac{1}{5N} \sum_{j=1}^N D_j \quad (20)$$

donde D_j es el daño del j -ésimo mecanismo que se presenta en la estructura, los cuales pueden llegar a $N = 18$. El objetivo del planteamiento anterior es obtener el valor esperado de daño del sistema estructural completo dada una intensidad sísmica.

Esta metodología también se ha empleado para estimar el nivel de daño en edificios ordinarios (Bernardini, 2000) y posteriormente para puentes (Gómez, 2006). Otra forma de emplear esta metodología es asociando los índices de vulnerabilidad a cada estructura, con lo anterior, es posible asociar una curva que permita correlacionar el daño esperado y la intensidad sísmica para cada valor del índice de vulnerabilidad.

Además de considerar la ocurrencia del daño en cada uno de los macroelementos, es importante verificar la correlación entre el daño presente estos y su tipología geométrica y constructiva. Esto es importante si la base de datos de daños con la que se cuente es considerablemente grande, sin embargo, algunos investigadores han llevado a cabo estos estudios donde relacionan diferentes características como el número de naves, las características de la planta central, las dimensiones de las iglesias, así como su edad, sin embargo, no han encontrado resultado que muestren una correlación definida de los parámetros anteriores.

Dentro de los mecanismos de falla que se están considerando en el inmueble se encuentran el desprendimiento de la fachada, la respuesta transversal de la(s) nave(s), como la vibración longitudinal de los muros junto con los arcos que sostienen el techo o las bóvedas.

Recordando una vez más que hasta el momento no existen datos suficientes para obtener una buena correlación entre el daño que se presenta en las iglesias y su tipología, en la Figura 8 se presenta una curva de vulnerabilidad que representa la pérdida esperada en las iglesias, la cual es independiente de la tipología de las mismas.

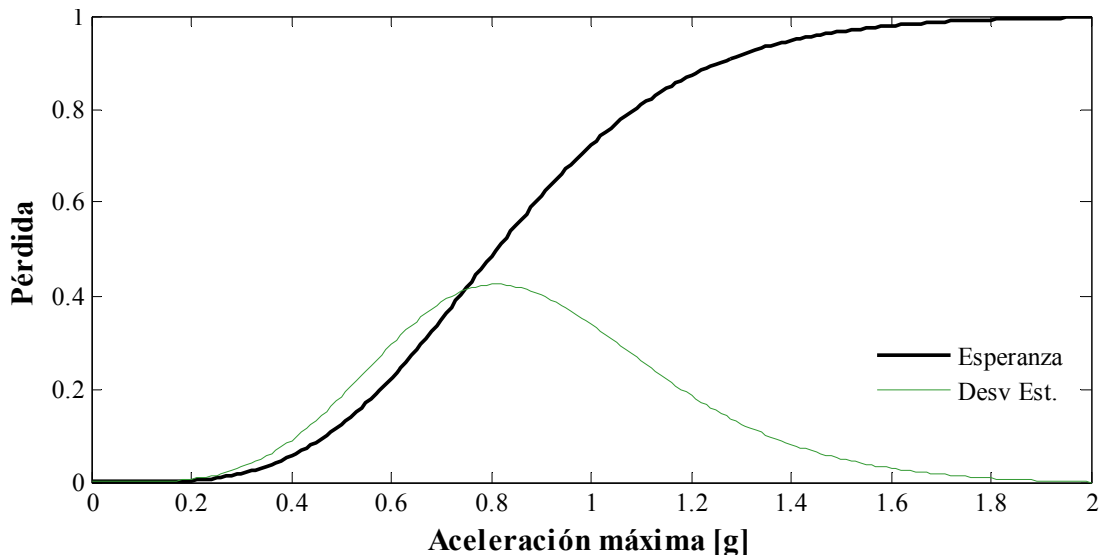


Figura 8 Curvas de vulnerabilidad de iglesias históricas

En muchos estados de la República, existen construcciones que datan de la época virreinal, los cuales fueron construidos con piezas de roca maciza sin algún tipo de confinamiento, a este tipo de mampostería se le define como mampostería histórica. Es importante conocer el daño que este tipo de construcciones pueden presentar durante un evento sísmico debido a su valor histórico, por lo que en este apartado se define el daño esperado asociado.

Lo anterior se hace tomando las suposiciones y metodologías empleadas para las iglesias, ya que éstas están construidas con el mismo material, sin embargo, los componentes de este tipo de edificios son diferentes, pues estos no presentan cúpulas o bóvedas, por mencionar algunas diferencias, por lo que hay que considerar como otro tipo de estructura a estas edificaciones.

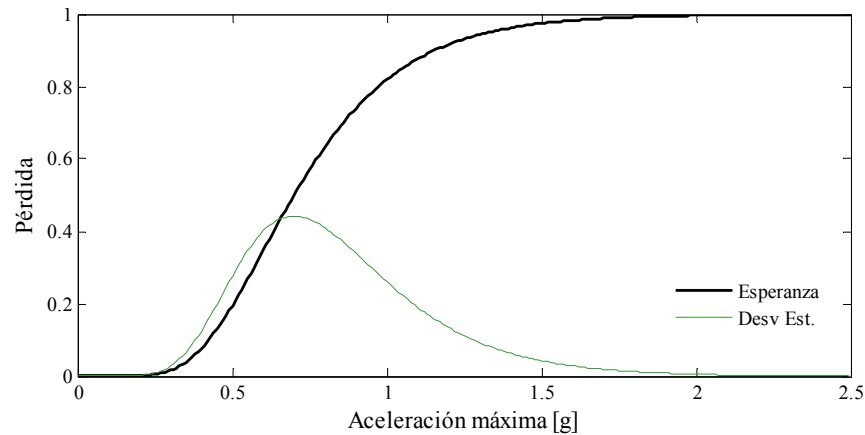


Figura 9 Curva de vulnerabilidad de edificaciones de mampostería histórica

Teatros y auditorios

Los teatros y auditorios se caracterizan por ser construcciones de grandes claros cuyas cubiertas, por lo general son ligeras y cuyos muros presentan una altura considerable. Debido a lo anterior, estos sistemas estructurales tienen un comportamiento característico y la importancia de estimar su daño dada la ocurrencia de un evento sísmico se debe a la cantidad de personas que pueden ser afectadas si éste llega a fallar.

Para esto, se hizo uso de la literatura como lo que establece el documento HAZUS-MH MR3 (FEMA, 2003) y el ATC-13, los cuales, a través de estudios estadísticos, experimentales y analíticos, presentan diferentes funciones de fragilidad para los diferentes niveles de daño que se consideran.

Las probabilidades de daño presentadas en el reporte ATC-13 (ATC, 1985) se desarrollaron para la evaluación de daño sísmico para estructuras en California; sin embargo, se considera que los parámetros pueden ser aplicados a instalaciones de México con algunas consideraciones.

En el ATC-13, las probabilidades de daño se expresan en términos de las matrices de probabilidad de daño, las cuales describen las probabilidades de las instalaciones a tener cierto estado de daño ante una intensidad sísmica. El ATC-13 utiliza la escala de Mercalli modificada (MMI) de VI a XII para representar intensidad sísmica. En la Figura 10 se presentan las curvas de fragilidad empleadas para estos sistemas estructurales.

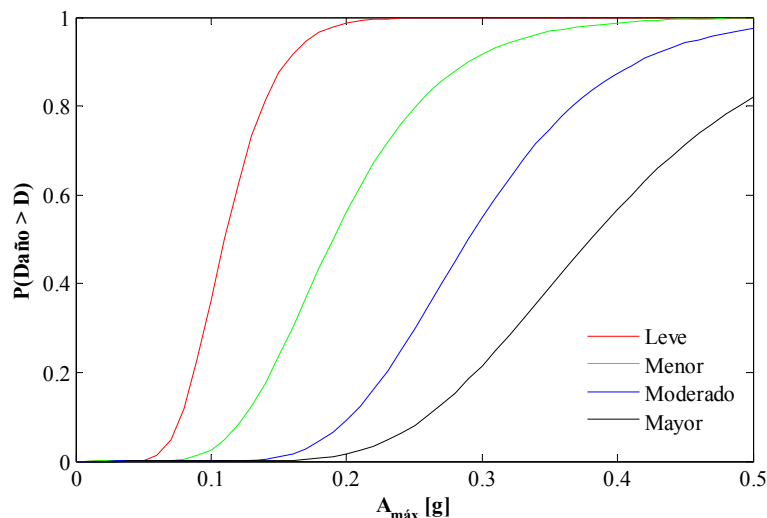


Figura 10 Curvas de vulnerabilidad teatros y auditorios

Las curvas de fragilidad no permiten calcular pérdidas, solamente estiman la probabilidad de alcanzar cierto estado de daño como función de la excitación, pero se desconoce el costo monetario (costo de reparación dividido por el costo de reemplazo). Estas funciones de fragilidad permiten calcular, a partir de matrices de probabilidad de daño, momentos estadísticos de la pérdida para valores de demanda conocidos.

Es por ello que a través de una matriz de probabilidad se pueden relacionar las probabilidades de estar o exceder un nivel de daño específico con la pérdida esperada asociada a una intensidad dada de una amenaza, en este caso, la amenaza sísmica.

Hasta el momento no existen datos suficientes para obtener una buena correlación entre el daño que se presenta en las teatros o auditorios con la tipología de los mismo, por esta razón, en la Figura 11 se presenta una curva de vulnerabilidad que representa la pérdida esperada en este tipo de estructuras, la cual es independiente de la tipología de las mismas.

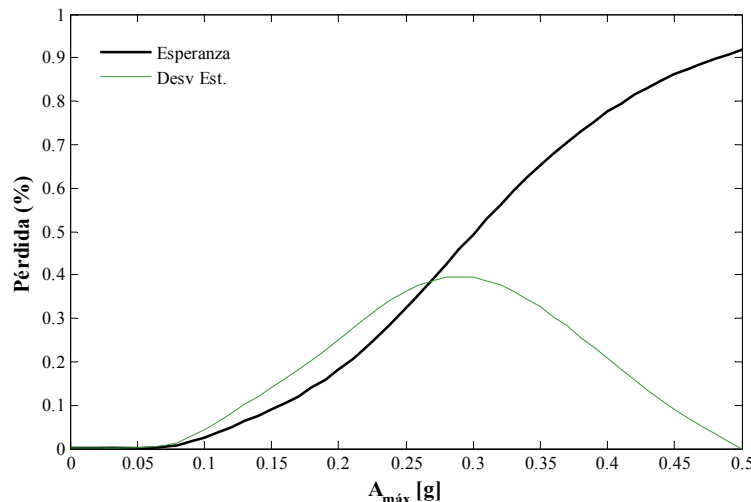


Figura 11 Curvas de vulnerabilidad de teatros y auditorios

4. Referencias

- Abrahamson N. A. and Silva W. J. (1997) "Empirical Response spectral attenuation relations for shallow crustal earthquakes", *Seism. Res. Letters*, vol. 68, pag., 94-127.
- Alamilla, J., Esteva, L., García P. J. y Díaz L., O. (2001), "Simulating earthquake ground motion at a site, for given intensity and uncertain source location", *Journal of Seismology*, Vol. 5, No. 4, pp. 475-485.
- ASCE7-05, Minimum design loads for buildings and other structures, ASCE/SEI 7-05.
- ATC-13 (1985). "Earthquake damage evaluation for California", FEMA.
- Avilés J and Pérez-Rocha L E (2005a), Design concepts for yielding structures on flexible foundation, *Engineering Structures*, Vol. 27, 2005.
- Avilés J and Pérez-Rocha L E (2005b), Influence of foundation flexibility on R and C factors, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol. 131, No. 2, pp. 221-230, 2005.
- Bard, P.Y., A.M. Duval, B. Lebrun, C. Lachet, J. Riepl., and D. Hatzfeld (1997), "Reliability of the H/V technique for site effects measurement and experimental assesment", *Seventh International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Istambul, July, 19-24.
- Bernardini, A. (ed.), (2000), The Vulnerability of Buildings: National Scale Evaluation of the Seismic Vulnerability of Ordinary Buildings (in Italian), CNR—Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Rome, 175 p.1CD-ROM
- Federal Emergency Managment Agency, (2003), "HAZUS-MH MR3, Multi-hazard Loss Estimation Methodology, Earthquake model" Washington, D.C.
- Gómez C., Barrera L. y Miranda D., (2006) "Metodología de estimación preliminar de la vulnerabilidad de puentes basada en procedimientos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Aplicación a puentes carreteros del Pacífico", *Memorias del XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Pto. Vallarta, Méx.
- Lagomarsino, S., y Podestà, S., (2004), "Seismic vulnerability of ancient churches: I: Damage assessment and emergency planning", *Earthquake Spectra*, Vol. 20, No. 2, pp. 377-394
- Lagomarsino, S., y Podestà, S., (2004), "Seismic vulnerability of ancient churches: II: Statistical analysis of surveyed data and methods for risk analysis", *Earthquake Spectra*, Vol. 20, No. 2, pp. 395-412

Capítulo 3: Modelación probabilista del riesgo sísmico

1. Introducción

El desarrollo de procesos naturales que constituyan una amenaza para la población y la infraestructura expuesta en una región determinada, está inevitablemente asociado con pérdidas económicas y de vidas humanas, siempre como función de la intensidad local que genera el evento amenazante, las condiciones de exposición y la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante el evento. El crecimiento poblacional, la expansión de las ciudades y el desarrollo de proyectos de infraestructura han incrementado el número de activos expuestos en una región afectada por una gran diversidad de fenómenos naturales peligrosos.

Los devastadores impactos socioeconómicos sufridos durante las últimas décadas a raíz de desastres por fenómenos naturales, indican la alta vulnerabilidad que presentan las ciudades mexicanas, así como los niveles de protección financiera y social que se deben implementar para solventar el costo de las pérdidas económicas asociadas, no sólo referidas a las pérdidas directas, sino también a la disminución en la productividad de los sectores agrícola e industrial, la recesión en el ingreso tributario y la necesaria disposición de recursos para la atención de la emergencia.

A pesar de la considerable investigación que se ha desarrollado a nivel internacional con relación al impacto de los desastres en el desarrollo, la incorporación formalmente del riesgo de desastre en los procesos de planificación ha sido hasta ahora muy tímida. Aunque en nuestro país, como en la mayoría de los países en desarrollo, se incluyen en su presupuesto algunas partidas, principalmente para la preparación y atención de emergencias, y en algunos casos se hacen esfuerzos para orientar recursos hacia actividades de planificación referidas a la mitigación del riesgo, aún no se contabilizan las pérdidas probables por sucesos naturales como un componente permanente de su proceso presupuestario. Ahora bien, si no se contabilizan las pérdidas contingentes potenciales se carece de la información necesaria para considerar y evaluar alternativas para reducir o financiar dichas pérdidas. Como consecuencia, las políticas encaminadas hacia la reducción del riesgo no reciben realmente la atención que requieren.

El hecho de no contar con modelos o indicadores adecuados que permitan cuantificar de alguna manera el riesgo trae consigo implicaciones importantes: la más obvia es que al no valorar la exposición contingente ante las amenazas naturales se limita la capacidad del país para evaluar qué tan deseables son las herramientas de planeamiento para hacer frente al riesgo. Estas herramientas requieren que el riesgo esté razonablemente cuantificado como condición previa a su empleo. Si bien es posible adoptar decisiones de política con cierto tipo de aproximaciones o sin estimaciones probabilistas, el hecho de no cuantificar el riesgo cuando es posible hacerlo limita el proceso de toma de decisiones desde la perspectiva de la planificación física, la reducción y la financiación del riesgo.

2. Análisis probabilista del riesgo

El análisis probabilista del riesgo tiene como objetivo fundamental determinar las distribuciones de probabilidad de las pérdidas que pueden sufrir los activos expuestos, como consecuencia de la ocurrencia de amenazas naturales, integrando de manera racional las incertidumbres que existen en las diferentes partes del proceso. La pregunta que el análisis probabilista de riesgos debe contestar es: dado que se tiene un conjunto de activos expuestos a los efectos de una o varias amenazas naturales, ¿con qué frecuencia se presentarán pérdidas que superen un valor dado?

Puesto que la frecuencia de los eventos catastróficos es particularmente baja, queda descartada la posibilidad de contestar la pregunta anterior formulando modelos puramente empíricos del proceso de ocurrencia de estos eventos. Esto obliga a la construcción de modelos probabilistas como el que aquí se describe en este trabajo. El procedimiento de cálculo probabilista consiste entonces, en forma resumida, en evaluar las pérdidas en el grupo de activos expuestos durante cada uno de los escenarios que colectivamente describen la amenaza, y luego integrar probabilísticamente los resultados obtenidos utilizando como factores de peso las frecuencias de ocurrencia de cada escenario.

El análisis probabilista del riesgo involucra incertidumbres que no pueden despreciarse y deben propagarse a lo largo del proceso de cálculo. El presente numeral describe las bases generales de cálculo para alcanzar el objetivo planteado.

Procedimiento para el análisis del riesgo

La evaluación de riesgo requiere de tres pasos de análisis, que se describen a continuación:

1. *Evaluación de la amenaza:* se define un conjunto de eventos, con sus respectivas frecuencias de ocurrencia, que representan de manera integral la amenaza. Cada escenario contiene la distribución espacial de parámetros que permiten construir la distribución de probabilidad de las intensidades producidas por su ocurrencia.

2. *Definición del inventario de elementos expuestos*: debe definirse el inventario de elementos expuestos, el cual debe especificar la localización geográfica del bien expuesto más los siguientes parámetros, que califican el elemento:
 - o Valor físico o costo de reposición del bien
 - o Valor humano o número de ocupantes estimado
 - o Clase estructural a la que pertenece el bien
3. *Vulnerabilidad de las construcciones*: debe asignarse a cada una de las clases estructurales una función de vulnerabilidad sísmica. Esta función caracteriza el comportamiento de la construcción durante la ocurrencia de sismos de cualquier tamaño. Las funciones de vulnerabilidad definen la distribución de probabilidad de las pérdidas como función de la intensidad producida. Se definen mediante curvas que relacionan el valor esperado del daño y la desviación estándar del daño con la intensidad del fenómeno.

Ecuación fundamental

Considerando el objetivo básico del análisis probabilista del riesgo expuesto anteriormente, es necesario plantear entonces la metodología específica de cálculo de las frecuencias de ocurrencia de niveles específicos de pérdidas asociados a los activos expuestos en lapsos determinados.

El riesgo por amenazas naturales es comúnmente descrito mediante la llamada *curva de excedencia de pérdidas* (*loss curve*) que especifica las frecuencias, usualmente anuales, con que ocurrirán eventos en que se exceda un valor especificado de pérdidas. Esta frecuencia anual de excedencia se conoce también como tasa de excedencia, y puede calcularse mediante la siguiente ecuación, que es una de las múltiples formas que adopta el teorema de la probabilidad total:

$$v(p) = \sum_{i=1}^{Eventos} \Pr(P > p | Evento i) F_A(Evento i) \quad (1)$$

En la ecuación anterior $v(p)$ es la tasa de excedencia de la pérdida P y $F_A(Evento i)$ es la frecuencia anual de ocurrencia del evento i , mientras que $\Pr(P > p | Evento i)$ es la probabilidad de que la pérdida sea superior a P , dado que ocurrió el i -ésimo evento. La suma en la ecuación anterior se hace para todos los eventos potencialmente dañinos. El inverso de $v(p)$ es el periodo de retorno de la pérdida P , identificado como T_r .

Como se verá más adelante, la curva de pérdidas contiene toda la información necesaria para describir en términos de probabilidad el proceso de ocurrencia de eventos que produzcan pérdidas.

La pérdida P a que se refiere la ecuación 1 es la suma de las pérdidas que acontecen en todos los bienes expuestos. Conviene hacer notar lo siguiente:

- La pérdida P es una cantidad incierta, cuyo valor, dada la ocurrencia de un evento, no puede conocerse con precisión. Debe, por tanto, ser vista y tratada como una variable aleatoria y deben verse mecanismos para conocer su distribución de probabilidad, condicionada a la ocurrencia de cierto evento.
- La pérdida P se calcula como la suma de las pérdidas que se presentan en cada uno de los bienes expuestos. Cada uno de los sumandos es una variable aleatoria y entre ellos existe cierto nivel de correlación, que debe ser incluido en el análisis.

En vista de la Ecuación 1, la secuencia de cálculo probabilista de riesgo es la siguiente:

1. Para un escenario, determinar la distribución de probabilidades de la pérdida en cada uno de los bienes expuestos.
2. A partir de las distribuciones de probabilidad de las pérdidas en cada bien, determinar la distribución de probabilidad de la suma de estas pérdidas, tomando en cuenta la correlación que existe entre ellas.
3. Un vez determinada la distribución de probabilidad de la suma de las pérdidas en este evento, calcular la probabilidad de que esta exceda un valor determinado, P .
4. La probabilidad determinada en el inciso anterior, multiplicada por la frecuencia anual de ocurrencia del evento, es la contribución de este evento a la tasa de excedencia de la pérdida P .

El cálculo se repite para todos los eventos, con lo que se obtiene el resultado indicado por la Ecuación 1.

Temporalidad de las amenazas

Algunos de los fenómenos naturales producen pérdidas por varios conceptos, que ocurren de manera simultánea. Por ejemplo, el paso de un huracán genera tanto un campo de vientos fuertes como inundaciones por aumento en los niveles de la marea y por las lluvias intensas asociadas; los daños por viento y por inundación, entonces, ocurren al mismo tiempo, y no pueden considerarse eventos independientes. Este es un caso en que tres amenazas diferentes (viento, inundación por marea de tormenta e inundación por exceso de lluvia) ocurren simultáneamente, asociadas a la misma *temporalidad*. Los sismos, entendidos como el movimiento mismo del suelo debido al paso de ondas sísmicas, el tsunami y los deslizamientos de tierra que pueden inducirse por el movimiento ocurrirían en la misma temporalidad.

La evaluación de pérdidas durante un escenario se realiza entonces considerando que las amenazas que pertenecen a una misma temporalidad ocurren de manera simultánea. No existe una manera sencilla y libre de ambigüedades para evaluar las pérdidas en estas condiciones (varias amenazas ocurriendo simultáneamente). Para los fines de este proyecto se ha propuesto la siguiente expresión para evaluar la pérdida en cada uno de los bienes expuestos, que corresponde a un modelo de daño en cascada, en el cual el orden de exposición a las diferentes intensidades es irrelevante:

$$P_i = \prod_{j=1}^M (1 - P_{ij}) \quad (2)$$

en donde P_i es la pérdida asociada al escenario i , P_{ij} es la pérdida asociada al escenario i por concepto de la amenaza j , y M es el número de amenazas simultáneas consideradas en la temporalidad a la que pertenece el escenario i .

Conviene recordar que P_{ij} son variables aleatorias y, por tanto, P_i también lo es. Sin embargo, si las distribuciones de probabilidad de las P_{ij} son conocidas, y se hacen suposiciones razonables sobre su nivel de correlación (que están perfectamente correlacionadas, por ejemplo) los momentos de la distribución de probabilidad de P_i pueden determinarse a partir de la Ecuación 2.

Incertidumbres

Como se observa en la Ecuación 1, la pérdida que se presenta en un grupo de bienes expuestos durante un escenario es una cantidad incierta que debe ser tratada como variable aleatoria.

Es impráctico determinar de manera directa la distribución de probabilidad de la pérdida en un bien expuesto condicionada a la ocurrencia de un escenario, por ejemplo, es impráctico determinar la distribución de probabilidad de la pérdida en un edificio dado que en un sitio localizado a 100 km ocurrió un sismo. Por razones metodológicas, la probabilidad de excedencia de la pérdida P , dado que ocurrió un evento, suele expresarse de la siguiente manera:

$$\Pr(P > p | \text{Evento } i) = \int_I \Pr(P > p | I) f(I | \text{Evento}) dI \quad (3)$$

El primer término del integrando, $\Pr(P > p | I)$, es la probabilidad de que la pérdida exceda el valor p dado que la intensidad local fue I ; este término, por tanto, toma en cuenta la incertidumbre que hay en las relaciones de vulnerabilidad. Por otro lado, el término $f(I | \text{Evento})$ es la densidad de probabilidades de la intensidad, condicionada a la ocurrencia del evento; este término toma en cuenta el hecho de que, dado que ocurrió un evento, la intensidad en el sitio de interés es incierta.

Estimadores puntuales del riesgo

La curva calculada aplicando la Ecuación 1 tiene toda la información necesaria para caracterizar el proceso de ocurrencia de eventos que produzcan pérdidas. Sin embargo, en ocasiones es impráctico utilizar una curva completa, por lo que conviene utilizar estimadores puntuales del riesgo que permitan expresarlo con un solo número. Se presentan a continuación los dos estimadores puntuales más comúnmente utilizados.

- (a) *Pérdida anual esperada* (P_{AE}): se trata del valor esperado de la pérdida anual. Indica, por ejemplo, que si el proceso de ocurrencia de eventos dañinos fuera estacionario de aquí a la eternidad, los daños totales serían iguales a haber pagado la P_{AE} anualmente. Por tanto, en un sistema simple de seguro, la pérdida anual esperada sería la prima pura anual. La P_{AE} puede obtenerse por integración de $v(p)$ o mediante la siguiente expresión:

$$P_{AE} = \sum_{i=1}^{Eventos} E(P | \text{Evento } i) F_A(\text{Evento } i) \quad (4)$$

- (b) *Pérdida máxima probable* (PML del inglés *Probable Maximum Loss*): se trata de una pérdida que ocurre poco frecuentemente, es decir, que está asociada a un periodo de retorno largo (o, alternativamente, a una tasa de excedencia muy baja). No existen estándares universalmente aceptados para definir qué quiere decir "poco frecuentemente". De hecho, la elección del periodo de retorno depende de la aversión al riesgo de quien la está tomando. En la industria aseguradora, por ejemplo, los periodos de retorno utilizados para definir la PML varían entre 200 y 1500 años.

Probabilidad de excedencia de valores de pérdida

La curva de pérdidas, $v(p)$, calculada con la Ecuación 1, indica con qué frecuencia ocurrirán eventos que producirán pérdidas iguales o superiores a una dada, P . Si suponemos que el proceso de ocurrencia de eventos en el tiempo obedece a un proceso de Poisson, entonces es posible calcular la probabilidad de que la pérdida P sea excedida en un lapso T , es decir, en los próximos T años, con la siguiente expresión:

$$Pe(p, T) = 1 - e^{-v(p)T} \quad (5)$$

donde $Pe(p, T)$ es la probabilidad de que la pérdida P sea excedida en los próximos T años.

Análisis para un solo escenario

El análisis probabilista de riesgo se realiza normalmente para el conjunto completo de escenarios. Sin embargo, si así se desea, el análisis puede realizarse para un solo escenario (uno solo de los sumandos en la ecuación 1). Si se hace que la frecuencia anual de ocurrencia de este escenario sea 1, la aplicación de la Ecuación 1 nos conduciría a las probabilidades de excedencia (ya no frecuencias anuales de excedencia) de valores de pérdida P , dado que el escenario en cuestión ocurrió.

Este caso tiene aplicaciones importantes en el campo de la planeación territorial, ya que sus resultados, mapeados por ejemplo en términos del valor esperado de la pérdida, son fácilmente incorporables en los planes de ordenamiento territorial.

Capítulo 4: Determinación de la prima de riesgo y la pérdida máxima probable.**1. Entorno sísmico**

En este apartado se describen las variables que definen el entorno sísmico de México y la manera de modelar su interacción.

1.1 Tectónica de México y las principales familias de sismos

Los grandes temblores en México ($M_s \geq 7.0$) a lo largo de la costa del Pacífico, son causados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y de Rivera bajo la placa de Norteamérica y por ello son conocidos como sismos de subducción. La placa de Rivera, que es relativamente pequeña, se desplaza bajo el estado de Jalisco con velocidad relativa de 2.5 cm/año frente a la costa de Manzanillo. Algunos trabajos recientes sugieren que esta velocidad podría alcanzar 5 cm/año (Kostoglodov y Bandy, 1994). La frontera entre las placas de Rivera y de Norteamérica es algo incierta, pero se estima que intersecta la costa de México cerca de Manzanillo (19.1°N, 104.3°W). Por otra parte, la velocidad relativa de la placa de Cocos con respecto al continente varía desde unos 5 cm/año cerca de Manzanillo hasta 7 cm/año en Chiapas. El terremoto de Jalisco del 3 de junio de 1932 (M_s 8.2) que ocurrió sobre la interfaz de la placa de Rivera y la de Norteamérica (Singh et al, 1985a), muestra que una placa pequeña, joven y con una velocidad relativamente baja de subducción es capaz de generar grandes temblores. Este terremoto es el más grande que ha ocurrido en México en el presente siglo. En la Figura 1 se muestran las zonas en donde se generan estos sismos.



Figura 1: Zonas generadoras de sismos de subducción

Los grandes temblores también ocurren en el continente con profundidades de unos 60 Km. En este caso los temblores presentan un mecanismo de fallamiento normal que refleja el rompimiento de la litosfera oceánica subducida (Singh et al, 1985b). Si bien este tipo de eventos es poco frecuente, se sabe que pueden causar grandes daños. Algunos ejemplos de este tipo de sismos son el de Oaxaca del 15 de enero de 1931 (M_s 7.8), el de Orizaba del 23 de agosto de 1973 (M_s 7.3) y el de Huajuapán de León del 24 de octubre de 1980 (m_B 7.0). En la Figura 2 se muestran las zonas consideradas para la ocurrencia de este tipo de sismos.

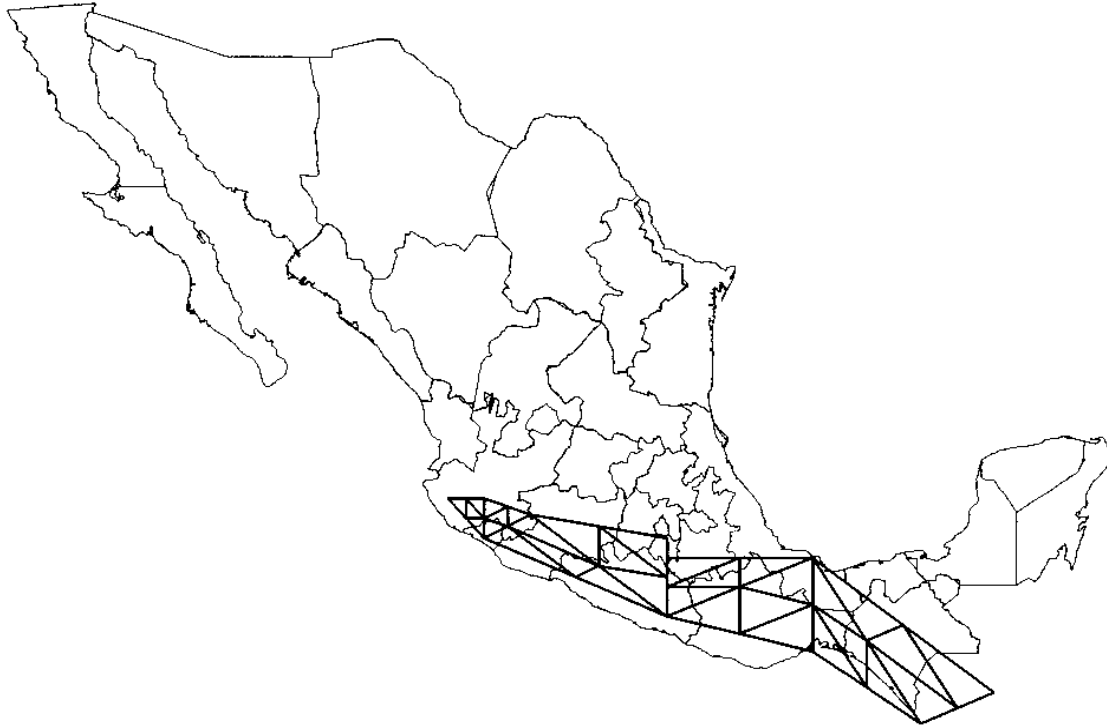


Figura 2: Zonas generadoras de sismos profundos

Aún menos frecuentes son los temblores que ocurren dentro de la placa continental ($M_s \leq 7$). Dependiendo de su ubicación, tales eventos pueden generar daños considerables en diversos asentamientos humanos. Dos ejemplos son: el temblor de Jalapa del 3 de enero de 1920 (M_s 6.4) y el de Acambay del 19 de noviembre de 1912 (M_s 7.0). En la Figura 3 se indican las zonas en donde ocurre este tipo de sismos.

Existe también lo que podría llamarse sismicidad de fondo, consistente en temblores con $M \leq 5.5$, cuyo origen no puede asociarse a ninguna estructura geológica en particular. La ocurrencia de estos eventos también se considera, y las zonas donde se generan se muestran en la misma Figura 3.

En México, el Eje Neovolcánico no es paralelo a la trinchera. Esto es algo anormal en comparación con otras zonas de subducción en el mundo y es muy probable que se deba a la morfología de la placa de Cocos. Gracias a los esfuerzos de varios investigadores ha habido un avance significativo en el conocimiento de la morfología de la placa subducida bajo el continente (Singh et al., 1985b; Suárez et al., 1990; Ponce et al., 1992; Singh y Pardo, 1993; Pardo y Suárez, 1993, 1994). Los resultados indican una subducción con un ángulo de $\approx 45^\circ$ en Jalisco, casi horizontal en Guerrero, con un ángulo de $\approx 12^\circ$ en Oaxaca y de $\approx 45^\circ$ en Chiapas. El contorno de los 80 a 120 Km de profundidad de la zona de Benioff aproximadamente coincide con la línea de los volcanes. Existe una evidencia, aunque no definitiva, de que la placa continental entre la costa grande de Guerrero y el Valle de México está en un estado de esfuerzo tensional, contrariamente a lo esperado (Singh y Pardo, 1993).

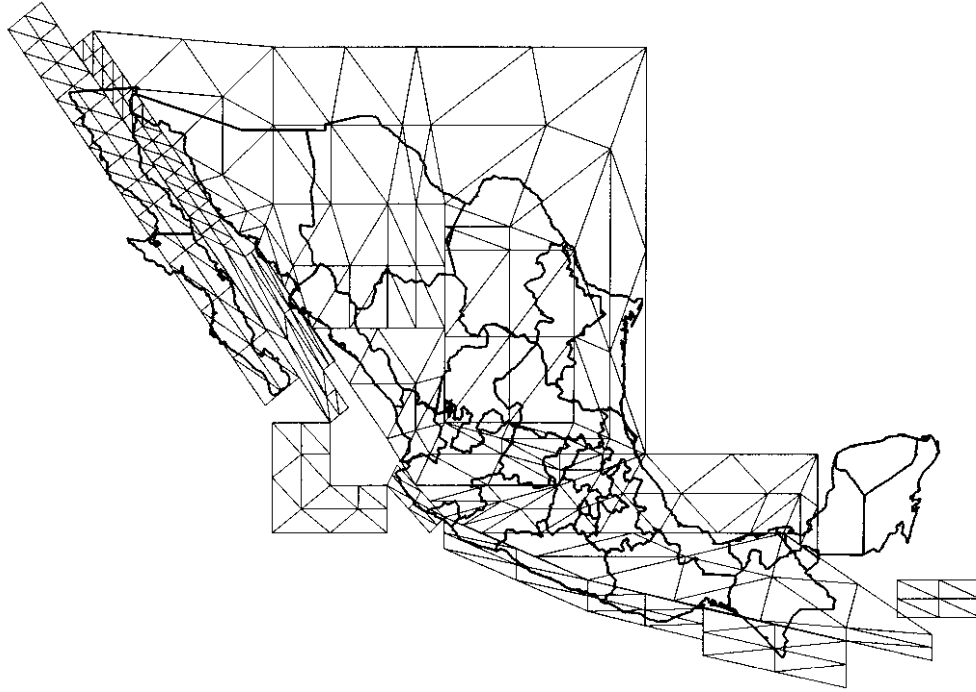


Figura 3: Zonas generadoras de sismos superficiales

1.2 Modelos de la sismicidad local

La República Mexicana se dividirá en fuentes generadoras de sismos. Estas fuentes estarán dictadas por la tectónica del país y por la historia instrumental de sismos registrados en el pasado (Zúñiga, 1993). Cada una de estas fuentes generará temblores a una tasa constante por unidad de área.

La actividad de la *i*-ésima fuente sísmica se especifica en términos de la tasa de excedencia de las magnitudes, $\lambda_i(M)$, que ahí se generan. La tasa de excedencia de magnitudes mide qué tan frecuentemente se generan en una fuente temblores con magnitud superior a una dada, y se define como el número medio de veces en que, por unidad de tiempo, ocurre en la fuente un temblor con magnitud superior a la especificada.

Para la mayor parte de las fuentes sísmicas, la función $\lambda_i(M)$ será una versión modificada de la relación de Gutenberg y Richter. En estos casos, la tasa de excedencia de magnitudes queda descrita de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \lambda_{0i} \frac{e^{-\beta_i M} - e^{-\beta_i M_{ui}}}{e^{-\beta_i M_0} - e^{-\beta_i M_{ui}}} \quad (1.1)$$

donde M_0 es la mínima magnitud relevante y λ_{0i} , β_i , y M_{ui} son parámetros que definen la tasa de excedencia de cada una de las fuentes sísmicas. Estos parámetros, diferentes para cada fuente, se estimarán por procedimientos estadísticos bayesianos (Rosenblueth y Ordaz, 1989; Ordaz y Arboleda, 1995), y se incluirá información sobre regiones tectónicamente similares a las de nuestro país, más información experta, especialmente sobre el valor de M_{ui} , la máxima magnitud que puede generarse en cada fuente.

Aunque la forma funcional para $\lambda_i(M)$ dada en la ecuación (1.1) se utilizará para la mayor parte de las fuentes sísmicas, se ha observado que la distribución de magnitudes de los grandes temblores de subducción ($M_s > 7$) se aparta sensiblemente de la predicha por la relación de Gutenberg y Richter, dando origen al llamado *temblor característico* (Singh et al, 1981). Por lo anterior, para los grandes temblores de subducción, $\lambda_i(M)$ se definirá de la siguiente manera:

$$\lambda_i(M) = \begin{cases} \lambda_{0i} \left[1 - \Phi \left(\frac{M - EM_i}{\sigma_{M_i}} \right) \right] & \text{si } M_{0i} \leq M \leq M_{ui} \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases} \quad (1.2)$$

donde λ_{0i} , M_{0i} , M_{ui} , EM_i y σ_{M_i} son parámetros que se deben obtener estadísticamente para la zona mexicana de subducción, y Φ es la función de distribución normal estándar.

Al definir los parámetros señalados en este inciso quedará completamente definida la sismicidad local de las fuentes de interés para nuestro país.

1.3 Atenuación de las ondas sísmicas

Una vez determinada la tasa de actividad de cada una de las fuentes sísmicas, es necesario evaluar los efectos que, en términos de intensidad sísmica, produce cada una de ellas en un sitio de interés. Para ello se requiere saber qué intensidad se presentaría en el sitio en cuestión, hasta ahora supuesto en terreno firme, si en la *i-ésima* fuente ocurriera un temblor con magnitud dada. A las expresiones que relacionan magnitud, posición relativa fuente-sitio e intensidad se les conoce como *leyes de atenuación*. Usualmente, la posición relativa fuente-sitio se especifica mediante la distancia focal, es decir, la distancia entre el foco sísmico y el sitio.

Como se verá más adelante, se considera que las intensidades sísmicas relevantes son las ordenadas del espectro de respuesta Sa (pseudoaceleraciones, 5% del amortiguamiento crítico), cantidades que son aproximadamente proporcionales a las fuerzas laterales de inercia que se generan en las estructuras durante sismos y que dependen de una propiedad dinámica de la estructura, sobre la que se hablará más adelante: el periodo natural de vibrar.

Dadas la magnitud y la distancia epicentral, la intensidad sísmica no está exenta de incertidumbre por lo que no puede considerarse determinista. Se supondrá que, dadas la magnitud y la distancia focal, la intensidad Sa es una variable aleatoria distribuida lognormalmente con mediana dada por la ley de atenuación y desviación típica del logaritmo natural igual a $\sigma_{\ln Sa}$.

Para efectos de las presentes bases técnicas se deberán utilizar leyes de atenuación diferentes dependiendo de las trayectorias que recorren las ondas en su camino de la fuente al sitio. Se utilizarán leyes de atenuación espectrales que tomen en cuenta el hecho de que la atenuación es diferente para ondas de diferentes frecuencias, por lo que se tienen parámetros de atenuación diferentes para cada periodo de vibración considerado. Las leyes de atenuación que se utilicen deberán contar con adecuada confirmación empírica, y deberá demostrarse que son adecuadas para su aplicación en el territorio nacional. En virtud de su gran importancia desde el punto de vista de la exposición al riesgo sísmico, se utilizarán leyes de atenuación especiales para el terreno firme de la Ciudad de México.

1.4 Efectos de la geología local

El efecto del tipo de suelo sobre la amplitud y la naturaleza de las ondas sísmicas ha sido reconocido desde hace mucho tiempo como crucial en la estimación del peligro sísmico. Esto es particularmente importante en la Ciudad de México, Acapulco y Oaxaca, donde las amplificaciones por geología local son notables y se cuenta con suficiente información para tomarlas en cuenta. Por ello, se dedicará especial atención al modelado de la amplificación por efectos de sitio en estas ciudades.

1.4.1 Efectos de sitio en la Ciudad de México

La Ciudad de México cuenta con alrededor de 100 sitios dotados de instrumentos de registro de movimiento fuerte o *acelerómetros*. Para caracterizar la respuesta en sitios instrumentados de la Ciudad de México se utilizarán cocientes de espectros de respuesta promedio (CER), los cuales se interpretan como funciones de transferencia entre cada sitio instrumentado y el sitio de referencia. Los cocientes espectrales se pueden calcular analizando registros obtenidos por la Red Acelerográfica de la Ciudad de México (RACM) durante sismos previos. Aunque estos cocientes no tienen un significado físico, se han utilizado con éxito para reproducir los espectros de respuesta de sitios en zona de lago a partir de espectros de respuesta en sitios en terreno firme. En la Figura 4 se muestran, a manera de ejemplo, los CER para tres sitios (Central de Abastos, cd, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, sc, y Viveros de Coyoacán, vi) obtenidos durante dos sismos: el 19 de septiembre de 1985, con línea continua, y el 25 de abril de 1989, con línea punteada. Los sismos utilizados para los cocientes abarcan muchas magnitudes y distancias focales, lo que permite tomar en cuenta directamente los efectos en la amplificación del movimiento debidos a estos factores.

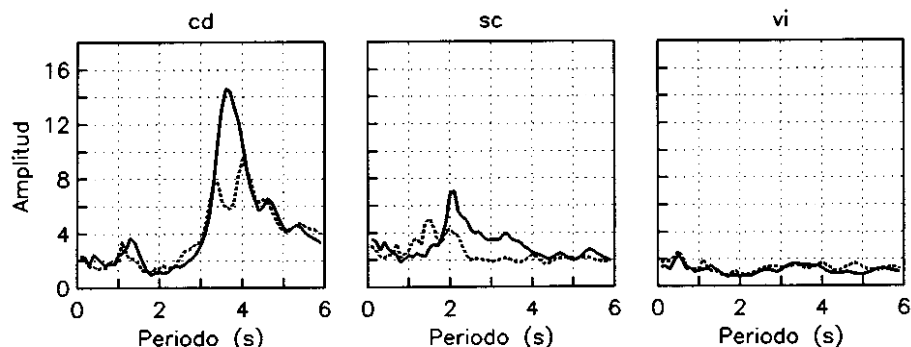


Figura 4: Cocientes de espectros de respuesta para tres sitios de la zona de lago de la Ciudad de México durante dos sismos: el del 19 de septiembre de 1985 (línea continua) y el del 25 de abril de 1989 (línea punteada)

Los cocientes sólo pueden estimarse para los sitios de suelo blando instrumentados en que se hayan obtenido registros sísmicos. Sin embargo, se necesita un CER en cada sitio para el que se requiera estimar las pérdidas; estos puntos, en general, no coinciden con los sitios instrumentados. Para obtener los cocientes en cualquier sitio de la ciudad será necesario desarrollar un procedimiento de interpolación con las siguientes bases: primero, las abscisas de la FTE (periodos) en puntos instrumentados se normalizan con respecto al periodo dominante del sitio. La información acerca de los periodos dominantes es obtenida usando técnicas de microtemblores, sondeos geotécnicos y registros de movimientos fuertes (Reinoso y Lermo, 1991). En la Figura 5 se muestra un mapa de la ciudad con curvas de igual periodo. Posteriormente las FTE normalizadas se utilizan en una interpolación bidimensional para obtener las FTE normalizadas en sitios arbitrarios. Finalmente, las FTE interpoladas se renormalizan con respecto al periodo dominante apropiado. Esta interpolación supondrá variaciones suaves en la velocidad promedio de las ondas S (σ , alternativamente, profundidad de la capa dura), y será exacta para la respuesta unidimensional de un estrato. Sin embargo, los efectos bi o tridimensionales quedarán incluidos en vista de que las FTE se obtuvieron de registros reales.

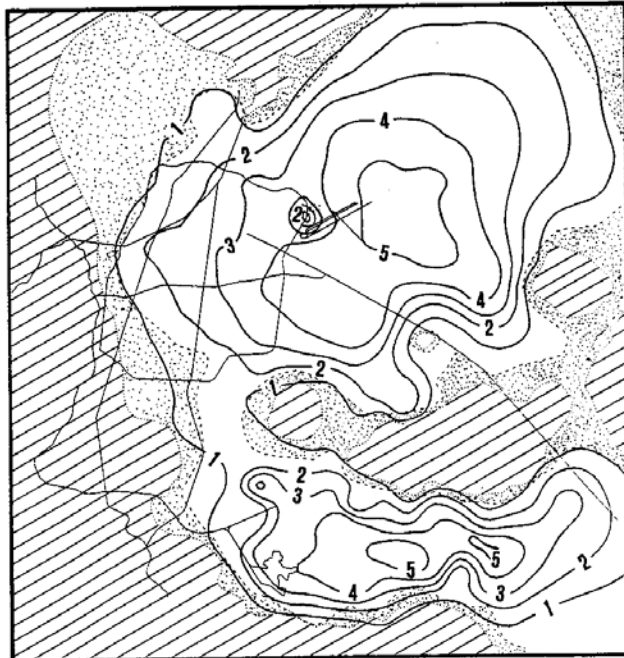


Figura 5. Mapa de la Ciudad de México con curvas de igual periodo obtenidas con datos de sismos, de microtemblores y de propiedades del suelo.

1.4.2 Efectos de sitio en Acapulco

De acuerdo con el origen geológico de los suelos, la ciudad de Acapulco se encuentra dividida en las zonas que se muestran en la figura 6.

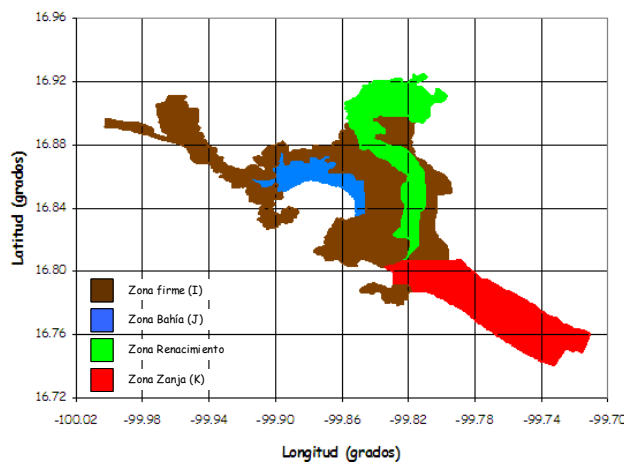


Figura 6. Zonas geológicas de Acapulco, Gro.

La evidencia sísmológica indica que la amplificación de las ondas sísmicas por efectos de la geología local es esencialmente diferente en cada una de las cuatro zonas, lo cual será considerado en la estimación de los efectos de sitio en Acapulco.

Para esta estimación se recurrirá a métodos empíricos, es decir, métodos que hacen uso de la información de movimientos fuertes registrados en la ciudad, cuyo resultado son los cocientes espectrales de respuesta (CER).

Para sitios no instrumentados se recurrirá a técnicas adecuadas de interpolación, como las que se señalaron en el inciso anterior.

Se tomarán en cuenta los efectos de no-linealidad del suelo que se presentan para eventos de alta intensidad.

1.4.3 Efectos de sitio en Oaxaca

Para la estimación de los efectos de sitio en Oaxaca se utilizó la información disponible por varios autores quienes realizaron una recopilación muy completa de geología, vibración ambiental, geotecnia y análisis de estaciones acelerográficas. Con base en esta información fue posible determinar un mapa de periodos de sitio.

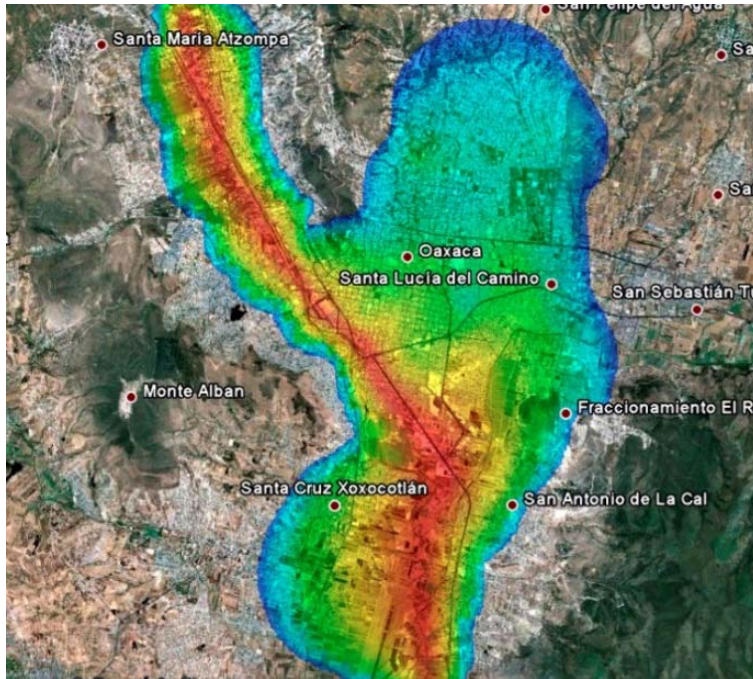


Figura 7. Mapa de periodos del suelo de la ciudad de Oaxaca.

Las amplificaciones fueron determinadas tomando en cuenta los modelos unidimensionales del suelo a partir de 11 estudios de mecánica de suelos y con los cocientes espectrales de las estaciones. Al igual que en el estudio de Acapulco se usaron suposiciones de la estratigrafía del suelo para obtener funciones de amplificación en sitios diferentes a donde se localizan las estaciones y los sondeos de geología. En la Figura 7 se muestran algunas funciones de amplificación obtenidas en varios sitios de Oaxaca.

1.4.4 Efectos de sitio en otras localidades

Para otros sitios de la República Mexicana en que las condiciones del suelo no han sido estudiadas detalladamente, se estimará la amplificación a partir de funciones de transferencia promedio obtenidas de movimientos sísmicos registrados en roca, suelos firmes y suelos blandos en diferentes partes del mundo. Para este propósito se tomarán en cuenta los estudios hechos por Miranda (1991 y 1993a). La función de transferencia de roca a suelo firme estará dada por

$$FT(T) = \frac{(1+23T^{1.8})(1+35T^{2.94})}{(1+22T^{3.35})(1+25T^{1.5})} \quad (1.3)$$

y para suelos blandos por

$$FT(T) = \frac{(0.9+8.6T^{1.2})(1+35T^{2.94})}{(1+5T^{2.8})(1+25T^{1.5})} \quad (1.4)$$

en estas expresiones T es el periodo de la función de transferencia, FT .

2. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad de una estructura es la relación entre la intensidad del movimiento sísmico, en este caso la pseudoaceleración espectral, y el nivel de daño. El parámetro que se utilizará como indicador del nivel de daño en una estructura es la distorsión máxima de entrepiso, la cual se define como la relación entre el desplazamiento relativo entre dos niveles, dividido entre la altura de entrepiso.

Existe un número importante de estudios que han concluido que este parámetro de respuesta es el que tiene mejor correlación con el daño estructural y con el daño no estructural (Alonso et al., 1996; Bertero et al., 1991; Moehle, 1992 y 1996; Miranda, 1997; Priestley, 1997; Sozen, 1997). Los procedimientos de estimación de daño basados en intensidades de Mercalli Modificada, que es una medida subjetiva del daño en una región, quedan explícitamente excluidos.

2.1 Daño esperado dada la distorsión máxima de entrepiso

La distorsión máxima de entrepiso en una estructura, γ , se estimará a partir de la siguiente expresión (Miranda, 1997):

$$\gamma_i = \frac{\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \eta^2 N^{3/4}}{4\pi^2 h} S_a(T) \quad (2.1)$$

donde:

β_1 es un factor de amplificación que permite estimar el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura considerando un comportamiento mecánico de tipo elástico-lineal a partir del desplazamiento espectral.

β_2 es un factor de amplificación que permite estimar la deformación máxima de entrepiso a partir de la distorsión media de la estructura, la cual se define como el desplazamiento lateral máximo en la azotea o en la altura máxima de la estructura, dividido entre su altura total

β_3 es un factor que permite calcular los desplazamientos laterales máximos en estructuras con comportamiento inelástico, a partir de los desplazamientos laterales máximos elásticos

β_4 es un factor que permite calcular el cociente entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión media de la estructura en una estructura con comportamiento elástico-lineal, y entre la relación de la distorsión máxima de entrepiso y la distorsión media de la estructura en una estructura con comportamiento inelástico

η es un factor que permite estimar el periodo fundamental de una estructura a partir del número de niveles

N es el número de pisos de la edificación

$S_a(T)$ es la aceleración espectral, que depende del periodo fundamental de vibración, T , y del amortiguamiento ζ en el periodo de la estructura. Se tomará en cuenta la incertidumbre en el periodo estructural.

h es la altura de entrepiso en la edificación, que depende del tipo de sistema estructural, de la ubicación geográfica del inmueble y de la fecha de construcción

El valor esperado del daño en una estructura dada la distorsión máxima de entrepiso, $E(\beta|\gamma)$, es función, principalmente, de la intensidad sísmica (medida con la pseudoaceleración espectral, S_a), del sistema estructural, de la fecha de construcción y de otros parámetros estructurales. En las presentes bases técnicas $E(\beta|\gamma)$ se debe calcular como:

$$E(\beta|\gamma) = 1 - 0.5^\theta \quad (2.2)$$

donde

$$\theta = \left(\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}\right)^\rho \quad (2.3)$$

En esta ecuación $\bar{\gamma}$ y ρ son parámetros de vulnerabilidad estructural que dependen, entre otros factores, del sistema estructural y de la fecha de construcción.

2.2 Densidad de probabilidad del daño en una edificación

Se considerará que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supondrá que, dada una intensidad, el daño bruto β es una variable aleatoria cuyo valor esperado (el valor medio) está dado por la ecuación 3.2. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se supondrá de tipo Beta, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$p_{\beta|\gamma}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (2.4)$$

donde a y b son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño, $C(\beta|\gamma)$, de la siguiente manera

$$a = \frac{1 - E(\beta|\gamma) - E(\beta|\gamma)C^2(\beta|\gamma)}{C^2(\beta|\gamma)} \quad (2.5)$$

$$b = a \left[\frac{1 - E(\beta|\gamma)}{E(\beta|\gamma)} \right] \quad (2.6)$$

$C^2(\beta)$ se calcula como

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma)}{E^2(\beta|\gamma)} \quad (2.7)$$

donde $\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma)$ es la varianza de la pérdida dada una distorsión de entrepiso.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula. Para valores intermedios, es difícil precisar, con bases empíricas, cuánto vale la varianza de la pérdida.

Se utilizarán para la varianza condicional de la pérdida expresiones con la siguiente forma funcional:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta|\gamma) = Q(E(\beta|\gamma))^{r-1}(1 - E(\beta|\gamma))^{s-1} \quad (2.8)$$

donde

$$Q = \frac{V_{max}}{D_0^{r-1}(1-D_0)^{s-1}} \quad (2.9)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (2.10)$$

V_{max} , D_0 y r son parámetros que dependen del tipo estructural, V_{max} es la varianza máxima, D_0 es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima y r ha sido tomado igual a tres. Una vez determinados $E(\beta|\gamma)$ y $\sigma^2(\beta|\gamma)$ queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto en una edificación dado un valor de distorsión de entrepiso.

2.3 Daños en contenidos, pérdidas consecuenciales y convenio expreso.

Para los daños en contenidos se considera que las pérdidas son debido a múltiples modos de falla. Se consideran los modos de falla para cada contenido (volteo, balanceo o deslizamiento) y el daño causado a contenidos por componentes no estructurales (p.e. caída de plafones, techo suspendido, ductos). No se incluye la estimación de pérdidas de contenidos debido al daño causado por el golpeteo del objeto con otro objeto, por los daños provocados por algún incendio o por daño en los contenidos por el efecto de agua al ocurrir la rotura de la tubería de agua. Para fines prácticos el daño en los contenidos está asociado a uso del inmueble.

Para las pérdidas consecuenciales se considera que están completamente correlacionados con los daños en el inmueble. Para los bienes bajo convenio expreso se considera que el valor esperado del daño bruto, dada una intensidad, es la mitad del que se presenta en el inmueble, mientras que la varianza es la que resulta de aplicar la ecuación 2.8. Por lo que respecta a pérdidas consecuenciales, se supondrá que tienen la misma densidad de probabilidad que los daños en el inmueble.

3. Evaluación de pérdidas por sismo para fines de seguros

En esta sección se describen los procedimientos para evaluar pérdidas netas en carteras de Instituciones de seguros especialmente en los aspectos propios de la operación del seguro de terremoto.

La cartera de una Institución de Seguros estará, en general, formada por una o más pólizas, y cada póliza por una o más ubicaciones. En la siguiente sección se describen los tipos de póliza considerados, dependiendo de las modalidades de operación del seguro en cada uno de ellos.

3.1 Tipos de póliza considerados

3.1.1 Pólizas individuales

Se trata del caso más común y más simple: a cada póliza corresponde una sola ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo individualmente para cada inmueble en cada uno de los cuatro rubros (edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio). El proceso de ajuste de las pérdidas, es decir, el proceso mediante el que se calcula la pérdida neta total para la Institución de Seguros asociada a la póliza, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta por rubro para cada ubicación.
- 2) Se determina la pérdida neta por rubro en cada ubicación mediante la aplicación del efecto del deducible, coaseguro, límite de primer riesgo y retención individual correspondientes a cada rubro. Se hace notar que la retención es única, es decir, el porcentaje de retención es igual para todos los rubros.
- 3) Se suman las pérdidas netas para todas las ubicaciones y rubros.

3.1.2 Pólizas colectivas agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que ampara a un grupo de ubicaciones probablemente numeroso y disperso geográficamente. No existen, en este tipo de póliza, deducibles, coaseguros, retenciones o límites de primer riesgo individuales ni por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se suman las pérdidas brutas de todas las ubicaciones y rubros amparados por la póliza
- 3) Para determinar la pérdida neta para la Institución de Seguros, se aplica sobre esta suma de pérdidas el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluyen sus retenciones y límites.

3.1.3 Pólizas colectivas semi-agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que cubre las pérdidas que resultan en un grupo de ubicaciones después de la aplicación de deducibles y coaseguros individuales y por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se determina la pérdida semi-neta en cada ubicación y rubro mediante la aplicación del efecto de deducible y coaseguro individuales; no existen, para este tipo de póliza, límites de primer riesgo ni retenciones individuales.
- 3) Se suman las pérdidas semi-netas de todas las ubicaciones amparadas por la póliza
- 4) Sobre esta suma de pérdidas semi-netas se aplica el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluye retenciones y límites.

3.2 Cálculo de pérdida bruta de una edificación individual y para un rubro específico

En general, las pérdidas que se presentan durante un escenario sísmico en una ubicación dependen de las experimentadas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso. Llamaremos $\beta_E, \beta_C, \beta_S$ y β_B a las pérdidas brutas que se presentan en los rubros respectivos, expresadas como una fracción de las sumas aseguradas correspondientes. Llamaremos a las pérdidas así expresadas pérdidas relativas.

Supondremos que la pérdida bruta en un rubro específico tiene una distribución de probabilidades Beta, cuyos primeros dos momentos estadísticos, el valor esperado $E(\beta)$ y la desviación estándar $\sigma(\beta)$ se pueden calcular con las expresiones que se han indicado en el capítulo referente a vulnerabilidad. Conocidos los dos primeros momentos de la distribución Beta, ésta queda completamente determinada, puesto que sus dos parámetros, a y b , se relacionan con los dos primeros momentos de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta_E) - E(\beta_E)C^2(\beta_E)}{C^2(\beta_E)} \quad (3.1)$$

$$b = a \left[\frac{1 - E(\beta_E)}{E(\beta_E)} \right] \quad (3.2)$$

donde $E(\beta_E)$ es el valor esperado de la pérdida bruta relativa del edificio mientras que el coeficiente de variación $C(\beta_E)$ se calcula como

$$C(\beta_E) = \frac{\sigma(\beta_E)}{E(\beta_E)} \quad (3.3)$$

donde $\sigma(\beta_E)$ es la desviación estándar.

Las fórmulas anteriores se dan para el caso de pérdida en edificio, pero son aplicables a los cuatro rubros.

3.3 Cálculo de la pérdida neta en una ubicación individual, para un rubro específico

Como en el inciso anterior, se usará como ejemplo el caso de pérdidas en un rubro, pero las fórmulas son aplicables a los otros tres. Para simplificar la notación, se omitirá el subíndice que corresponde al rubro.

El valor esperado de la pérdida bruta relativa β y su distribución de probabilidad se ven modificados, en general, por la aplicación de deducibles, límites de responsabilidad, retenciones y coaseguros a nivel de ubicación individual y rubro específico.

La pérdida relativa neta para la Institución de Seguros, para el rubro correspondiente, guarda la siguiente relación con la pérdida bruta:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \beta \leq D \\ (\beta - D)R(1 - C) & D < \beta \leq L \\ (L - D)R(1 - C) & \beta > L \end{cases} \quad (3.4)$$

donde, β_N es la pérdida neta por rubro, β es la pérdida bruta por rubro, D es el deducible del rubro (como fracción de la suma asegurable), L es el límite de responsabilidad del rubro (como fracción de la suma asegurable), C es el coaseguro en el rubro (como fracción de la pérdida), R es la retención de la Institución de Seguros (como fracción de la pérdida).

Como la distribución de la pérdida bruta relativa es Beta, el valor esperado de la pérdida neta se puede calcular a partir de la ecuación siguiente:

$$E[\beta_N] = (T_1 - T_2 + T_3)R(1 - C) \quad (3.5)$$

donde:

$$T_1 = \frac{a}{a+b} [F_B(L, a+1, b) - F_B(D, a+1, b)]$$

$$T_2 = D[F_B(L, a, b) - F_B(D, a, b)]$$

$$T_3 = (L - D)[1 - F_B(L, a, b)]$$

siendo $F_B(x, a, b)$ la función de distribución de la pérdida bruta β que se ha modelado como una función Beta acumulada con parámetros a y b .

De la misma manera se puede calcular la media cuadrática de la pérdida neta:

$$E[\beta_N^2] = (u_1 - u_2 + u_3 + u_4)R^2(1 - C)^2 \quad (3.6)$$

donde:

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{a+b(a+b+1)} [F_B(L, a+2, b) - F_B(D, a+2, b)]$$

$$u_2 = 2DT_1$$

$$u_3 = DT_2$$

$$u_4 = (L - D)T_3$$

La varianza de la pérdida relativa neta puede entonces calcularse con:

$$VAR[\beta_N^2] = E[\beta_N^2] - E^2[\beta_N] \quad (3.7)$$

Aunque las expresiones anteriores son generales, el cálculo de los momentos de β_N puede variar, dependiendo del tipo de póliza del que se trate. Veremos los casos particulares que resultan al tratar con los tres diferentes tipos de póliza.

3.3.1 Pólizas Individuales

En este caso, los valores de D , C , L y R usados en las expresiones 3.5 y 3.6 son, respectivamente, el deducible, el coaseguro, la retención y el límite de primer riesgo individuales de la ubicación y el rubro correspondiente.

3.3.2 Pólizas agrupadas

Aquí, puesto que en este tipo de póliza no hay deducibles, coaseguros, retenciones o límites individuales, deberán emplearse las ecuaciones 3.5 y 3.6 con $D = 0$, $C = 0$, $L = 1$ y $R = 1$. En otras palabras, la pérdida neta, a nivel individual, es igual a la pérdida bruta.

3.3.3 Pólizas semi-agrupadas

En este caso, puesto que los deducibles y coaseguros sí se aplican a nivel individual, se usarán, para las ecuaciones 3.5 y 3.6 los valores de D y C correspondientes, mientras que L se tomará igual a 1 y R igual a 1, puesto que no existen límites de primer riesgo ni retenciones individuales, sino sólo colectivos.

3.4 Cálculo de pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros (P_{N1})

Llamaremos P_{N1} a la pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros, mostrada en el diagrama de flujo presentado al principio del capítulo 3. La pérdida monetaria neta que se tiene en una ubicación, P_{N1} , como resultado de la aplicación de las características del seguro individual, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{N1} = \beta_{NE}M_E + \beta_{NC}M_C + \beta_{NS}M_S + \beta_{NB}M_B \quad (3.8)$$

donde β_{NE} , β_{NC} , β_{NS} y β_{NB} son las pérdidas netas relativas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, mientras que M_E , M_C , M_S y M_B son las sumas asegurables correspondientes.

Supondremos que las cuatro pérdidas consideradas están completamente correlacionadas, en el sentido que la incertidumbre sobre ellas es nula dado el valor de cualquier otra. Si dividimos P_{N1} entre $M = M_E + M_C + M_S + M_B$, obtenemos una nueva variable aleatoria, que llamaremos β_{N1} , con dominio entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dadas por:

$$E(\beta_{N1}) = \frac{E(\beta_{NE})M_E + E(\beta_{NC})M_C + E(\beta_{NS})M_S + E(\beta_{NB})M_B}{M} \quad (4.9)$$

$$\sigma(\beta_{N1}) = \frac{\sigma(\beta_{NE})M_E + \sigma(\beta_{NC})M_C + \sigma(\beta_{NS})M_S + \sigma(\beta_{NB})M_B}{M} \quad (3.10)$$

La ecuación 4.10 para la desviación estándar resulta de nuestra hipótesis de que las variables aleatorias β_{NE} , β_{NC} , β_{NS} y β_{NB} están completamente correlacionadas. En vista de estas definiciones, $E(P_{N1}) = M$, $E(\beta_{N1})$ y $\sigma(P_{N1}) = M\sigma(\beta_{N1})$.

Se asignará a β_{N1} una densidad de probabilidades mixta dada por la siguiente ecuación:

$$f(\beta_{N1}) = P_0\delta(\beta_{N1}) + (1 - P_0 - P_1)B(\beta_{N1}; a, b) + P_1\delta(\beta_{N1} - 1) \quad (3.11)$$

donde, P_0 es la probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a cero, bajo la hipótesis adoptada sobre la correlación entre pérdidas de distintos rubros; P_1 es la probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a la suma expuesta, bajo la misma hipótesis de correlación; $B()$ es la función de densidad de probabilidad de tipo Beta con parámetros a y b y $\delta(x)$ es la función Delta de Dirac, que vale 1 cuando el argumento es nulo y cero en cualquier otro caso, mientras que su integral entre 0 e infinito vale también la unidad.

Se hace notar que, bajo cualquier hipótesis de correlación, tratándose de ubicaciones que pertenecen a pólizas agrupadas, $P_0 = 0$ y $P_1 = 0$, mientras que para ubicaciones que pertenezcan a pólizas semi-agrupadas, $P_1 = 0$.

3.5 Cálculo de pérdida neta en una póliza (P_{N2})

En general, la pérdida total en una cartera de ubicaciones agrupadas en una póliza se calcula sumando las pérdidas que se presentan en todas las ubicaciones después de aplicar las condiciones de seguro individual por rubro, aplicando luego los efectos de las capas de la póliza agrupada.

Este cálculo, entonces, puede dividirse en dos pasos: 1) determinación de la densidad de probabilidades de P_S , definida como la suma de las pérdidas netas por ubicación para todos los inmuebles que forman la póliza (es decir, la suma de las P_{N1} de la póliza); y 2) aplicación del esquema de capas a la densidad anterior. En lo que sigue procederemos a explicar estos dos pasos.

3.5.1 Determinación de la densidad de probabilidades de P_s

Definimos la variable aleatoria β_s como el cociente de P_s y M_s , que es la suma de los valores expuestos de los inmuebles de la póliza, incluyendo todos los rubros. Se supondrá que β_s tiene una densidad de probabilidad similar a la de β_{N1} , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_s) = P_{0s}\delta(\beta_s) + (1 - P_{0s} - P_{1s})B(\beta_s; a_s, b_s) + P_{1s}\delta(\beta_s - 1) \quad (3.12)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: a_s , b_s , P_{0s} , que es la probabilidad de que β_s sea exactamente igual a 0 y P_{1s} , que es la probabilidad de que la pérdida bruta en cada ubicación haya alcanzado su límite de primer riesgo. Los valores a_s y b_s se determinarán de tal modo que la media y la varianza de β_s calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.12 sean iguales a las siguientes dos cantidades, respectivamente:

$$E(\beta_s) = E(P_s)/M_s \quad (3.13)$$

$$VAR(\beta_s) = VAR(P_s)/M_s^2 \quad (3.14)$$

donde

$$E(P_s) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i E(\beta_{N1i}) \quad (3.15)$$

$$VAR(P_s) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) + 2 \sum_{i=1}^{Nu} \sum_{j=i+1}^{Nu} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{VAR(\beta_{N1i}) \times VAR(\beta_{N1j})} \quad (3.16)$$

donde, ρ_{ij} es el coeficiente de correlación entre las pérdidas i y j , Nu es el número de ubicaciones en la póliza y M_i es el valor asegurable total (todos los rubros) de la ubicación i .

No es posible, con bases puramente empíricas, establecer valores para los coeficientes de correlación ρ_{ij} . En principio, este coeficiente debería depender al menos de la separación geográfica entre las dos ubicaciones consideradas. De hacerse así, sin embargo, el cálculo de la varianza sería numéricamente muy largo, sin ventajas apreciables de precisión. Por estas razones, se adoptará un valor de 0.2, independientemente del tipo estructural y localización de la ubicación. Se adoptó este valor porque, después de simulaciones y análisis de sensibilidad, se observó que el incremento en la varianza de P_s no era excesivo cuando $\rho_{ij} = 0.2$ y que, por otro lado, el premio que se tenía por el efecto de tener una cartera grande era notable pero no demasiado significativo.

Es importante señalar que, con la hipótesis de ρ_{ij} constante al que llamaremos ahora ρ , la expresión 4.16 puede adoptar la siguiente forma:

$$VAR(P_s) = (1 - \rho)Vs + \rho Ss^2 \quad (3.17)$$

donde

$$Vs = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) \quad (3.18)$$

$$Ss = \sum_{i=1}^{Nu} M_i \sqrt{VAR(\beta_{N1i})} \quad (3.19)$$

Más adelante se verá la utilidad de estas nuevas variables.

Finalmente, se hace notar que tratándose de pólizas agrupadas, $P_{0s} = 0$ y $P_{1s} = 0$ (en otras palabras, β_s tiene distribución Beta), mientras que para pólizas semi-agrupadas, $P_{1s} = 0$.

En cuanto a la prima que corresponde a cada uno de los edificios de una póliza colectiva, no hay una manera única de determinarla ya que estas pólizas no operan por edificio. Sin embargo, es posible tener una razonable medida de la prima de cada edificio prorrateando el efecto de los deducibles y límites colectivos de la siguiente manera:

1. Para cada escenario, se determina la pérdida esperada en cada edificio incluyendo el efecto de su deducible individual en el caso de pólizas agrupadas;
2. Para ese mismo escenario, se determina la pérdida neta de la póliza, P_{N2} (ver inciso 4.5);

3. Las pérdidas individuales calculadas en el punto 1 se multiplican por el cociente entre P_{N2} y la suma de las pérdidas individuales para cada edificio;
4. Estas pérdidas factorizadas se añaden para cada edificio, multiplicadas por la frecuencia anual de ocurrir de cada escenario. La suma de estos términos es una aproximación razonable a la prima individual de cada edificio.

3.5.2 Aplicación del esquema de capas a la densidad de probabilidad de β_s

Se entenderá por aseguramiento en capas un esquema en que el nivel de retención de la Institución de Seguros depende del monto de la pérdida bruta. Considérese una estructura con un número de capas igual a N_{capas} . La j -ésima capa está limitada por las cantidades L_j y L_{j-1} , de tal suerte que si la pérdida β_s (la pérdida que se tendría considerando el efecto de deducibles individuales, en su caso, pero antes de la aplicación del esquema de capas) cae entre L_j y L_{j-1} la pérdida retenida por la Institución de Seguros en esa capa, β_{cj} , valdrá

$$\beta_{cj} = (\beta_s - L_{j-1})Fr_{cj} \quad (3.20)$$

Donde Fr_{cj} es el factor de retención de la capa j . Nótese que los límites L_j y L_{j-1} están expresados como una fracción de la suma asegurada total. Convencionalmente, el límite inferior de la primera capa, L_0 , vale cero.

Claramente, si la pérdida bruta valiera β_s , la pérdida retenida por la Institución de Seguros por concepto de todas las capas sería la que se presenta en la ecuación 3.20 más la pérdida retenida en todas las capas inferiores.

El valor esperado de la pérdida neta de una póliza colectiva con múltiples capas se calcula de la siguiente manera:

$$E(\beta_{N2}) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{cj}) \quad (3.21)$$

donde $E(\beta_{cj})$ es el valor esperado de la pérdida neta en la capa j , que se calcula como si se tratara del valor esperado de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12. En otras palabras,

$$E(\beta_{cj}) = \int_{L_{j-1}}^{L_j} (\beta_s - L_{j-1})(P_{0s}\delta(\beta_s) + (1 - P_{0s} - P_{1s})B(\beta_s; a_s, b_s) + P_{1s}\delta(\beta_s - 1))d\beta_s \quad (3.22)$$

La expresión para el cálculo de la media cuadrática de la pérdida es la siguiente:

$$E(\beta_{N2}^2) = (1 - P_{0N2} - P_{1N2}) \sum_{j=1}^{N_{capas}} Fr_{cj}^2 E(\beta_{cj}^2) + 2 L_{Nj-1} Fr_{cj} E(\beta_{cj}^2) + P_{1N2} L_{N2}^2 \quad (3.23)$$

donde:

$$E(\beta_{N2}^2) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} Fr_{cj}^2 E(\beta_{cj}^2) + 2 L_{Nj-1} Fr_{cj} E(\beta_{cj}^2) \quad (3.24)$$

y $E(\beta_{cj}^2)$ es la media cuadrática de la pérdida neta de la capa j , que se calcula como si se tratara de la media cuadrática de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12, es decir,

$$E(\beta_{cj}^2) = \int_{L_{j-1}}^{L_j} (\beta_s - L_{j-1})^2 (P_{0s}\delta(\beta_s) + (1 - P_{0s} - P_{1s})B(\beta_s; a_s, b_s) + P_{1s}\delta(\beta_s - 1))d\beta_s \quad (3.25)$$

Se supondrá que β_{N2} tiene una densidad de probabilidad mixta similar a la de β_{N1} , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_{N2}) = P_{0N2}\delta(\beta_{N2}) + (1 - P_{0N2} - P_{1N2})B(\beta_{N2}; a_{N2}, b_{N2}) + P_{1N2}\delta(\beta_{N2} - 1) \quad (3.26)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: P_{0N2} , que es la probabilidad de que β_{N2} sea exactamente igual a 0; P_{1N2} , que es la probabilidad de que la pérdida de la póliza haya alcanzado su límite de primer riesgo; a_{N2} y b_{N2} . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la media cuadrática de β_{N2} calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.26 sean iguales a las dadas en las ecuaciones 3.21 y 3.23.

Finalmente, la densidad de probabilidades de P_{N2} puede determinarse fácilmente, puesto que $P_{N2} = M_s \beta_{N2}$.

El efecto de la aplicación de las coberturas a nivel de póliza afecta, como se ha visto, al valor esperado y la varianza de la pérdida neta. Estas cantidades no son iguales antes y después de la aplicación de la cobertura de pólizas. Como veremos en el siguiente inciso, para poder calcular la varianza de las pérdidas en toda la cartera es necesario determinar los valores de V_s y de S_s (ver ecuaciones 3.18 y 3.19) después de la aplicación del seguro a nivel de póliza, cantidades que denominaremos V_{N2} y S_{N2} . Estas variables se determinarán de la siguiente manera:

$$V_{N2} = V_s \cdot F^2 \quad (3.27)$$

$$S_{N2} = S_s \cdot F \quad (3.28)$$

donde F^2 es el cociente entre las varianzas de la pérdida después y antes de la aplicación del seguro, es decir:

$$F^2 = \frac{VAR(P_{N2})}{VAR(P_s)} \quad (3.29)$$

3.6 Pérdidas en la cartera formada por diversas pólizas de todo tipo (P_{NE})

La pérdida neta total en una cartera durante un evento, P_{NE} es la suma de las pérdidas en las pólizas que la constituyen. Definiremos a β_{NE} como la pérdida total relativa en la cartera, es decir,

$$\beta_{NE} = \frac{P_{NE}}{\sum_k M S_k} \quad (3.30)$$

donde la suma del denominador involucra a los montos expuestos para todas las pólizas, $M S_k$, $k = 1, \dots$, número de pólizas. Supondremos que la función de densidad de la pérdida relativa total en la cartera es de la forma siguiente:

$$f(\beta_{NE}) = P_{0NE} \delta(\beta_{NE}) + (1 - P_{0NE} - P_{1NE}) B(\beta_{NE}; a_{NE}, b_{NE}) + P_{1NE} \delta(\beta_{NE} - 1) \quad (3.31)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: P_{0NE} , que es la probabilidad de que β_{NE} sea exactamente igual a 0 durante el evento; P_{1NE} , que es la probabilidad de que las pérdidas en todas las pólizas hayan alcanzado su límite máximo; a_{NE} y b_{NE} . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de β_{NE} calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.31 sean iguales, respectivamente, a las dadas en las ecuaciones siguientes:

$$E(\beta_{NE}) = \frac{\sum_k M S_k E(\beta_{N2k})}{\sum_k M S_k} \quad (3.32)$$

$$VAR(\beta_{NE}) = \frac{(1-\rho) \sum_k V_{N2k} + \rho (\sum_k S_{N2k})^2}{(\sum_k M S_k)^2} \quad (3.33)$$

donde el subíndice k se refiere a los valores correspondientes a la póliza k .

En este momento tenemos definida la densidad de probabilidades de la pérdida neta de la cartera suponiendo que ocurrió un evento.

3.7 Pérdida anual esperada (PAE) o Prima Pura de Riesgo para una edificación

La pérdida anual esperada se define como la esperanza de la pérdida que se tendría en un año cualquiera, suponiendo que el proceso de ocurrencia de sismos es estacionario y que a las estructuras dañadas se les restituye su resistencia inmediatamente después de un sismo. La pérdida anual esperada es también conocida como “prima técnica” o “prima pura de riesgo”, puesto que de cobrarse tal valor de prima en un sistema simple de seguro, se tendría, a largo plazo, un equilibrio entre primas recibidas y pérdidas pagadas. Matemáticamente, PAE se define de la siguiente manera:

$$PAE = \sum_{i=1}^{Nf} \int_{M0}^{Mu} -\frac{d\lambda_i(M)}{dM} E(P|M, \text{fuente } i) dM \quad (3.34)$$

(Continúa en la Tercera Sección)

TERCERA SECCION

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

(Viene de la Segunda Sección)

donde la suma abarca la totalidad de las fuentes, $Nf, \lambda_i(M)$ es la sismicidad de la fuente i , y $E(P|M, \text{fuente } i)$ es el valor esperado de la pérdida neta en toda la cartera, en unidades monetarias, suponiendo que en la fuente i ocurre un temblor de magnitud M .

Como se ha señalado, el término $E(P|M, \text{fuente } i)$ es la pérdida neta esperada en toda la cartera. Para su cálculo, se tomarán en cuenta las características de las pólizas que forman la cartera, de la manera que se asentó en los incisos 3.3 a 3.5

3.8 Tasa de excedencia de pérdida para una cartera

La tasa de excedencia de una pérdida ante un sismo es el número medio de veces al año en que dicha pérdida será igualada o excedida. La tasa de excedencia de un cierto valor de pérdida, $\mu(P_N)$, definida como la frecuencia anual con que ocurren eventos asociados al sismo que produzcan una pérdida igual o mayor que p , se calcula de la siguiente manera:

$$\mu(P_N) = \sum_{i=1}^{Nf} \int_{M_0}^{Mu} -\frac{d\lambda_i(M)}{dM} Pr(P_N > p_N | M, \text{fuente } i) dM \quad (3.35)$$

donde la suma abarca la totalidad de las fuentes, $Nf, \lambda_i(M)$ es la sismicidad de la fuente i , y $Pr(P_N > p_N | M, \text{fuente } i)$ es la probabilidad de que la pérdida neta exceda un valor dado, p_N , suponiendo que en la fuente i ocurre un temblor de magnitud M .

3.9 Pérdida máxima probable

La pérdida máxima probable, también conocida como PML , es un estimador del tamaño de la pérdida que se excedería poco frecuentemente en una cartera sometida a la ocurrencia de sismos. Esta pérdida sirve como indicador del tamaño de las reservas que una Institución de Seguros debería constituir para que, con muy alta probabilidad, esté en capacidad de indemnizar a sus asegurados durante la ocurrencia de eventos catastróficos.

3.9.1 Definición

Para los fines de la presente nota técnica se definirá como PML a la pérdida asociada a un periodo de retorno de 1500 años, es decir, aquella que se excederá, en promedio, una vez cada 1500 años. Esto equivale a decir que la PML es la pérdida para la cual se satisface que:

$$v(PML) = \frac{1}{1500} \text{años}^{-1} \quad (3.36)$$

3.9.2 Riesgo tolerable

En el inciso anterior se señaló que la PML es una pérdida que será excedida poco frecuentemente. Qué tan poco frecuentemente se esté dispuesto a aceptar que las pérdidas excedan la PML mide, esencialmente, el riesgo tolerable.

De acuerdo con la definición del inciso anterior, el riesgo tolerable al asociar la PML a un periodo de retorno de 1500 años es, en promedio, una excedencia cada 1500 años. Por tratarse de un proceso de ocurrencias aleatorio, modelado como proceso de Poisson, el hecho de que en promedio se tenga una excedencia cada 1500 años no significa que la próxima excedencia ocurrirá dentro de 1500 años: el tiempo de ocurrencia es aleatorio y no puede determinarse cuándo ocurrirá el siguiente gran evento.

Sin embargo, aunque no puede saberse el instante de ocurrencia del próximo evento, bajo la hipótesis de ocurrencias Poissonianas, sí es posible determinar la probabilidad de que en los próximos Te años (el lapso de exposición) ocurra al menos un evento con pérdidas superiores a la PML , es decir, lo que en análisis probabilista se conoce como la "probabilidad de ruina", P_R .

En general, esta probabilidad puede calcularse de la siguiente manera:

$$P_R = 1 - \exp\left(-\frac{Te}{Tr}\right) \quad (3.37)$$

donde Tr es el periodo de retorno asociado a la PML (1500 años en nuestro caso). Por ejemplo, la probabilidad de que la PML se exceda al menos una vez durante el próximo año, P_{R1} , vale:

$$P_{R1} = 1 - \exp\left(-\frac{1}{1500}\right) \approx \frac{1}{1500} \quad (3.38)$$

de donde se observa que, para periodos de retorno grandes, la probabilidad anual de excedencia es aproximadamente igual al inverso del periodo de retorno de la *PML*. En la tabla siguiente se presentan valores de la probabilidad de excedencia de la *PML* que tiene un periodo de retorno de 1500 años, para diversos valores del lapso de exposición:

Tabla 3.1. Probabilidad de que la *PML* se exceda en los próximos T_e años

Periodo de exposición (T_e , años)			
1	10	20	50
0.1%	0.7%	1.3%	3.3%

Se observa, por ejemplo, que la probabilidad de que la *PML* sea excedida en los próximos 20 años es 1.3%.

PARTE II

DE LA INFORMACIÓN PARA LA VALUACIÓN DE LA PRIMA DE RIESGO Y LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO.

Capítulo 1: Descripción de campos del Sistema R®

1. Introducción

El sistema R® está diseñado para ser alimentado con datos obligatorios y optativos. Los datos obligatorios son aquellos que son indispensables para calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable. Los optativos son aquellos que sin que sean indispensables, proporcionarán información adicional que permitirá calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable de manera más precisa. En los casos en que el usuario no proporcione alguno de los datos obligatorios, el sistema R® no realizará la estimación de la prima de riesgo o la pérdida máxima probable para ese inmueble, en tanto que cuando el usuario no indique alguno o algunos de los datos optativos procederá a realizar el cálculo de la prima de riesgo y la pérdida máxima probable mediante supuestos conservadores.

2. Bienes asegurados

El sistema R® calculará las pérdidas de inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes asegurados bajo convenio expreso de manera independiente. A continuación se define cada uno de ellos.

Inmueble

Es lo que compone la estructura, la cimentación, instalaciones y acabados. Es decir, todo aquello que forma parte del edificio.

Contenidos

Son los bienes que dan uso al inmueble. En general se pueden mover fácilmente dentro del edificio o de un inmueble a otro.

Pérdidas consecuenciales

Son las pérdidas que serían causadas por el tiempo en que permanece en imposibilidad de uso el inmueble debido a los daños causados por el evento.

Bienes asegurados bajo convenio expreso

Son bienes que generalmente pueden quedar asegurados, mediante convenio expreso entre el Asegurado y la institución aseguradora, fijando sumas aseguradas por separado y mediante el cobro de prima adicional correspondiente.

Para el manejo de estos bienes, el sistema R® contiene formas simplificadas para cuantificar la siniestralidad esperada y la pérdida máxima probable.

3. Tipo de carteras

3.1 Pólizas Individuales

Las pólizas individuales corresponden aquéllas en las que se asegura un solo bien, y no comparten límites, deducibles o coaseguros con otras. Son analizadas de forma separada.

3.2 Pólizas Colectivas

Las colectivas son aquellas en que se aseguran varios bienes ya sea en una misma ubicación o que pertenezcan a una cartera geográficamente distribuida en varias poblaciones pero que estén amparados bajo las mismas condiciones contractuales. Este tipo de pólizas se divide en 2 (agrupadas y semiagrupadas)

3.2.1 Pólizas agrupadas: Se refiere al grupo de pólizas aparadas bajo límite, deducible y coaseguro en común.

3.2.2 Pólizas semi-agrupadas: Se refiere al grupo de pólizas aparadas bajo límite, pero el deducible y coaseguro independiente para cada una.

3.3 Riesgos no valuables

Los riesgos no valuables son aquellos riesgos que por sus características, no pueden ser valuados con las bases técnicas establecidas en el presente Anexo.

4. Definición de datos tabla TB_Incisos

Los datos que requiere el sistema R® estarán dentro de un archivo de Access®, también conocido como “Cartera”, con un nombre y tipo de dato específico. Estos nombres se indican en la tabla de incisos, en donde los datos deben ser exactamente iguales a los indicados. La tabla TB_Incisos es la que contiene todas las ubicaciones a evaluar, por lo que esta tabla se utiliza en carteras con pólizas independientes y con pólizas colectivas.

INFORMACIÓN DE INCISOS

Tabla TB_Incisos					
Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Requerido
De referencia	1	NUM_REGISTRO	Número Entero	1 a 3,000,000	Obligatorio
	2	NUM_POLIZA	Alfanumérico		Obligatorio
	3	RAMO	Alfanumérico	SISMO	Obligatorio
Financieros	4	FECHA_INICIO	Fecha	01/01/1900 a 31/12/2080	Obligatorio
	5	FECHA_FIN	Fecha	01/01/1900 a 31/12/2080	Obligatorio
	6	INM_VALOR_ASEGURABLE	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	7	CONT_VALOR_ASEGURABLE	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	8	CONSEC_VALOR_ASEGURABLE	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	9	CONVENIO_VALOR_ASEGURABLE	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	10	PORCENTAJE_RETENCION	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	11	TIPO_PRIMER_RIESGO	Enumerado	(ver definición)	Obligatorio
	12	COMB_LIMITE_MAXIMO	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	13	INM_LIMITE_MAXIMO	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	14	CONT_LIMITE_MAXIMO	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	15	CONSEC_LIMITE_MAXIMO	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	16	CONVENIO_LIMITE_MAXIMO	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	17	COMB_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	18	INM_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	19	CONT_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	20	CONSEC_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	21	CONVENIO_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	22	COMB_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	23	INM_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	24	CONT_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	25	CONSEC_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	26	CONVENIO_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio

Tabla TB_Incisos					
Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Requerido
De localización	27	CLAVE_PAIS	Número Entero	52	Obligatorio
	28	CODIGO_LOCALIZACION	Número Entero	01000 a 99999	*Obligatorio
	29	LONGITUD	Grados	-117.5000 a -86.5000	Opcional
	30	LATITUD	Grados	14.5000 a 33.0000	Opcional
De la estructura	31	NUM_PISOS	Número Entero	1 al 55	Obligatorio
	32	CLASE_SISMO	Alfanumérico	(ver definición)	Obligatorio
	33	USO_INMUEBLE	Número Entero	1 al 34	Obligatorio
	34	AÑO_CONSTRUCCION	Número Entero	De 1,325 al 2,040	Opcional
	35	COLUMNAS_CORTAS	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	36	SOBREPESO	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	37	GOLPETEO	Número Entero	1 al 4	Opcional
	38	ESQUINA	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	39	IRRE_ELEVACION	Número Entero	1 al 3	Opcional
	40	IRRE_PLANTA	Número Entero	1 al 3	Opcional
	41	HUNDIMIENTOS	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	42	DAÑOS_PREVIOS	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	43	FUE_REPARADO	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	44	FUE_REFORZADO	Número Entero	0 ó 1	Opcional
	45	AÑO_REFUERZO	Número Entero	De 1,325 al 2,040	Opcional

* Campo obligatorio cuando no se tienen las coordenadas de lo contrario es opcional

INFORMACIÓN DE CARTERAS INDEPENDIENTES

La tabla está conformada por los siguientes datos:

- Datos de referencia
- Datos financieros de la póliza
- Datos de localización
- Datos de la estructura

4.1 Datos de referencia

En este grupo se establecen los datos necesarios para identificar el nombre o número del inmueble asegurado.

Número de registro (NUM_REGISTRO)

Dato obligatorio

Formato: números enteros

Es un número único tanto para las pólizas individuales y para las colectivas, que tiene por objeto ordenar y llevar un control dentro del sistema R® de todas las ubicaciones. Lo anterior es indispensable para que el usuario identifique, tanto los errores, como los resultados por cada una de las ubicaciones.

Pólizas individuales. El número de registro será un número único y consecutivo que el usuario asigne a cada uno de los renglones (registros) de la base de datos, por lo que no habrá dos ubicaciones con el mismo número de registro ni números faltantes. Se recomienda que el primer registro inicie con el número "1".

Pólizas colectivas. Al igual que el caso anterior, el número de registro tendrá un número único y consecutivo. En el caso que se tenga los dos tipos de carteras, el número de registro en la cartera colectiva dará continuidad al último número de la cartera de pólizas individuales.

Número de póliza (NUM_POLIZA)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Se refiere a la clave para identificar cada registro o póliza. Este dato es alfanumérico. Para las pólizas de inmuebles colectivos, todas las ubicaciones que estén amparadas por ésta, deberán llevar el mismo Número de póliza ya que este campo es el que identifica a qué póliza colectiva pertenece cada ubicación. Por lo mismo, este campo no deberá repetirse en otras pólizas colectivas. Para el caso de pólizas de inmuebles independientes este campo sólo es para referencia propia del usuario.

Nombre del peligro (RAMO)**Dato obligatorio**

Formato: caracteres alfanuméricos

Se deberá definir el nombre del peligro o amenaza que se desea valorar. El objetivo de este campo es definir qué peligros o amenazas va a considerar el sistema R® en la evaluación, de acuerdo al tipo de licencia adquirida.

Para considerar el peligro sísmico en los cálculos, en el campo RAMO se debe escribir el texto **SISMO**.

4.2 Datos financieros

En este grupo se describen los datos técnicos que son establecidos comúnmente en la póliza o que se obtienen en el proceso de suscripción y de reaseguro.

Fecha de inicio (FECHA_INICIO)**Datos obligatorios**

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de inicio de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema R® por convención considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema R® toma como vigente dicha póliza.

Pólizas de inmuebles colectivos. Estos campos pueden quedar vacíos en la tabla TB_Incisos, ya que el sistema R® no los tomará en cuenta. Este dato se debe indicar en la tabla TB_DatosGenerales, dentro del campo FechaInicio.

Fecha de terminación (FECHA_FIN)**Datos obligatorios**

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de fin de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema R® por convención considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de evaluación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza, el sistema R® la considerará fuera de vigencia.

Pólizas de inmuebles colectivos. Estos campos pueden quedar vacíos en la tabla TB_Incisos, ya que el sistema R® no los tomará en cuenta. Este dato se debe indicar en la tabla TB_DatosGenerales, dentro del campo FechaFin.

Valor asegurable inmueble (INM_VALOR_ASEGURABLE)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor real o de reposición del inmueble según se hubiera contratado. Para el caso de pólizas que no sean a "primer riesgo" estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza.

En el caso de las pólizas hipotecarias, el valor asegurado debe corresponder al valor real o de reposición del inmueble según se hubiera contratado y no al saldo insoluto del crédito.

Valor asegurable contenidos (CONT_VALOR_ASEGURABLE)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor real o de reposición de los contenidos según se hubiera contratado. Para el caso de pólizas que no sean a "primer riesgo" estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza.

Valor asegurable pérdidas consecuenciales (CONSEC_VALOR_ASEGURABLE)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor real o de reposición de las pérdidas consecuenciales según se hubiera contratado. Para el caso de pólizas que no sean a "primer riesgo" estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza.

En el caso de pérdidas consecuenciales, el valor asegurable debe ser el monto de la exposición anual, es decir, el valor estimado de las pérdidas que se producirían durante un año.

Valor asegurable bienes convenio expreso (CONVENIO_VALOR_ASEGURABLE)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor real o de reposición de los valores por convenio expreso según se hubiera contratado. Para el caso de pólizas que no sean a “primer riesgo” estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza

Porcentaje de retención del valor asegurable (PORCENTAJE_RETENCION)**Dato obligatorio**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la institución de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro proporcional, respecto de la obligación total suscrita en un contrato de seguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Debido a que el porcentaje de retención es el mismo para todos los inmuebles considerados en la póliza, el campo, dentro de la tabla TB_Incisos, puede estar vacío para cada uno de los bienes asegurados ya que el sistema R® lo ignorará. El porcentaje de retención que se aplicará a los inmuebles se deberá indicar en la tabla TB_Capas, en el campo Retencion.

Tipo de primer riesgo (TIPO_PRIMER_RIESGO)**Dato obligatorio**

Formato: número entero enumerado

Es el esquema del límite máximo de responsabilidad cuando actúa de manera combinada para varios rubros. En la tabla se muestran todas las posibles combinaciones para este campo, donde los cuatro dígitos representan de manera esquemática la condición del límite para cada rubro. El número “1” en cada una de las cuatro posiciones indica el rubro que presenta un límite combinado; el número “0” indica el rubro donde no se combina el límite máximo de responsabilidad, por lo que este límite se considera independiente en ese rubro. Para más información ver la definición de **Límite máximo combinado**.

INFORMACIÓN DE CAMPOS EN TIPO PRIMER RIESGO

Descripción de Tipo primer riesgo					
Valores	Inm	Cont	Cons	Conv	Descripción
0000	0	0	0	0	Límites independientes para cada rubro
0001	0	0	0	1	Límite en Convenio
0010	0	0	1	0	Límite en Pérdidas consecuenciales
0011	0	0	1	1	Límite combinado en Pérdidas consecuenciales y Convenio
0100	0	1	0	0	Límite en Contenidos
0101	0	1	0	1	Límite combinado en Contenidos y Convenio
0110	0	1	1	0	Límite combinado en Contenidos y Pérdidas consecuenciales
0111	0	1	1	1	Límite combinado en Contenidos, Pérdidas consecuenciales y Convenio
1000	1	0	0	0	Límite en Inmueble
1001	1	0	0	1	Límite combinado en Inmueble y Convenio
1010	1	0	1	0	Límite combinado en Inmueble y Pérdidas consecuenciales
1011	1	0	1	1	Límite combinado en Inmueble, Pérdidas consecuenciales y Convenio
1100	1	1	0	0	Límite combinado en Inmueble y Contenidos
1101	1	1	0	1	Límite combinado en Inmueble, Contenidos y Convenio
1110	1	1	1	0	Límite combinado en Inmueble, Contenidos y Pérdidas consecuenciales
1111	1	1	1	1	Límite combinado en Inmueble, Contenidos, Pérdidas consecuenciales y Convenio

La descripción anterior muestra todas las posibles combinaciones del primer riesgo, aunque es posible que algunas de ellas no se lleven en la práctica.

En las pólizas individuales este campo es obligatorio, por lo que se debe indicar el tipo primer riesgo que presenta la póliza.

En las pólizas colectivas no se requiere especificar el tipo a primer riesgo ya que estos valores son globales para los cuatro rubros. En estos casos, el límite se deberá indicar en el campo LimiteMaximo de la tabla TB_Capas.

Se entenderá que una póliza está contratada a primer riesgo cuando el límite máximo de responsabilidad sea inferior al valor asegurable del bien.

Límite máximo combinado (COMB_LIMITE_MAXIMO)

Dato obligatorio

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo o el límite máximo de responsabilidad que tiene la aseguradora en la combinación de los rubros de inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y convenio expreso. Este campo opera de manera conjunta con el campo de tipo de primer riesgo descrito anteriormente.

Límites independientes

Si el campo **tipo primer riesgo es igual a "0000"**, significa que no existe un límite combinado. Es decir, el límite funciona de manera independiente para cada uno de los cuatro rubros. En estos casos este campo puede dejarse vacío ya que el sistema R® lo ignorará y calculará las pérdidas considerando el límite que se presente de manera independiente en: INM_LIMITE_MAXIMO, CONT_LIMITE_MAXIMO, CONSEC_LIMITE_MAXIMO y CONVENIO_LIMITE_MAXIMO.

Límite combinado

Si el campo **tipo primer riesgo es diferente de "0000"** significa que la póliza presenta un límite combinado en al menos uno de los rubros, por lo que este monto deberá capturarse en este campo y será la combinación de los rubros que tengan "1" en el tipo primer riesgo.

Por ejemplo, si se tiene un tipo primer riesgo "1100", significa que hay un límite combinado para Inmueble y Contenidos y que deberá indicarse en COMB_LIMITE_MAXIMO, y límites independientes para Consecuenciales y Convenio, que a su vez se indicarán en CONSEC_LIMITE_MAXIMO y CONVENIO_LIMITE_MAXIMO, respectivamente.

Para calcular las pérdidas, el sistema R® aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Límite del inmueble (INM_LIMITE_MAXIMO)

Datos obligatorios

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de Inmuebles a lo previsto en el contrato de seguro.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla TB_Capas en el campo LimiteMaximo ya que es global para toda la póliza.

Límite en contenidos (CONT_LIMITE_MAXIMO)

Datos obligatorios

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de Contenidos de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla TB_Capas en el campo LimiteMaximo ya que es global para toda la póliza.

Límite en pérdidas consecuenciales (CONSEC_LIMITE_MAXIMO)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de Pérdidas consecuenciales de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro.

Límite en bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_LIMITE_MAXIMO)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de Convenio de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla TB_Capas en el campo LimiteMaximo ya que es global para toda la póliza.

Deducible combinado (COMB_DEDUCIBLE)**Datos obligatorios**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro. Este campo opera de manera conjunta con el campo tipo de primer riesgo, dependiendo de las combinaciones que se tienen para cada rubro, el sistema R® obtiene el porcentaje combinado.

En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema R® aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, renglón Deducible del campo LimiteMaximo.

Deducible inmueble (INM_DEDUCIBLE)**Datos obligatorios**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable del inmueble que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro.

En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema R® aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, en el renglón Deducible del campo LimiteMaximo.

Deducible contenidos (CONT_DEDUCIBLE)**Datos obligatorios**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable de los contenidos que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro.

En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema R® aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, en el renglón Deducible del campo LimiteMaximo.

Deducible por pérdidas consecuenciales (CONSEC_DEDUCIBLE)**Datos obligatorios**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable de las pérdidas consecuenciales que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro.

En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema R® aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

En el caso específico de pérdidas consecuenciales, el deducible que corresponde al periodo de espera, el cual se expresa comúnmente en días, deberá traducirse a un valor porcentual dividiendo el número de días que comprende dicho periodo, entre 365.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, en el renglón Deducible del campo LimiteMaximo.

Deducible bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_DEDUCIBLE)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable de los bienes bajo convenio expreso que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro.

En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema R® aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, en el renglón Deducible del campo LimiteMaximo.

Coaseguro combinado (COMB_COASEGURO)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo. Este campo opera de manera conjunta con el campo tipo de primer riesgo, dependiendo de las combinaciones que se tienen para cada rubro el sistema R® obtiene el porcentaje combinado.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas en el campo Coaseguro.

Coaseguro inmueble (INM_COASEGURO)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo del inmueble. Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, campo Coaseguro.

Coaseguro por contenidos (CONT_COASEGURO)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo de los contenidos. Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, campo Coaseguro.

Coaseguro por pérdidas consecuenciales (CONSEC_COASEGURO)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo de las pérdidas consecuenciales. Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, campo Coaseguro.

Coaseguro bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_COASEGURO)**Datos obligatorios**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo del convenio expreso. Para el cálculo de las pérdidas el sistema R® aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

Pólizas colectivas. Este dato es global para toda la póliza y se deberá indicar en la tabla TB_Capas, campo Coaseguro.

4.2 Datos de localización

Este grupo de datos permitirá que el sistema R® determine la localización con distintos niveles de aproximación de cada inmueble asegurado. Con esta localización se calculará el peligro o amenaza ante todos los eventos. De igual manera, cuando se trate de carteras con varias ubicaciones o inmuebles, se deberá indicar la localización de cada una de ellas.

Se tendrá especial atención para que la localización que se indique sea precisamente la del inmueble y no de la oficina matriz de la empresa o el domicilio fiscal o del lugar al que se envía la póliza

El sistema R® considera dos posibles formas para localizar una ubicación:

1. Ubicación aproximada, por código postal (código de localización). El código postal es un dato poco preciso para determinar la localización de la estructura, pero es muy fácil de conseguir.
2. Ubicación precisa, por coordenadas geográficas (longitud y latitud). Aunque es deseable que todas las ubicaciones tengan su coordenada geográfica, se recomienda que al menos en los inmuebles que se consideren más importantes de la cartera, tengan este dato. Las coordenadas geográficas, como se verá más adelante, se pueden obtener actualmente con herramientas fácilmente disponibles.

Clave del País (CLAVE_PAIS)**Datos obligatorios**

Formato: número entero [52]

Es la clave del país que se ingresa para que el sistema R®, identifique los archivos y consideraciones que utiliza cada país en particular. El sistema R® tiene configuraciones para poder correr uno o más países, esto dependerá de la licencia adquirida y las necesidades del usuario.

La clave que utiliza el sistema R® en México es 52.

Código postal (CODIGO_LOCALIZACION)**Dato obligatorio cuando no se tienen las coordenadas**

Formato: número entero [del 01000 al 99999]

Es un número entero compuesto de cinco dígitos que está asociada a un área geográfica del país. Cada posición, leída de izquierda a derecha, permite identificar una zona específica dentro de la República Mexicana. Generalmente las dos primeras posiciones corresponden a la Entidad Federativa o a la Delegación en el caso del Distrito Federal. La tercera posición indica una ciudad importante, un municipio o una de las diez áreas en que está dividida postalmente cada Delegación del Distrito Federal. La cuarta representa un municipio o colonia de una ciudad y la quinta un conjunto de manzanas o el número específico de una dependencia. Sin embargo, los códigos postales no fueron creados para localizar edificaciones sino, evidentemente, como una herramienta para repartir correo, por lo que no es posible asignarles a todos ellos un solo par de coordenadas.

Coordenada geográfica de longitud (LONGITUD)**Coordenada geográfica de latitud (LATITUD)****Datos opcionales**

Formato: número [longitud -117.5000 a -86.5000 grados, latitud 14.5000 a 33.0000 grados]

Ubicación del inmueble en términos de coordenadas geográficas, en notación decimal (los minutos y segundos deben cambiarse a esta notación). Debido a que un grado es aproximadamente equivalente a 100 km, deben incluirse por lo menos cuatro decimales para tener una precisión mínima de +10 m.



Imagen (1a)

Imagen (1b)

Imágenes 1a y 1b. Formas para conocer las coordenadas de una ubicación: (a) dispositivo GPS (usado por el instituto de ingeniería durante la inspección de los daños) y (b) imagen de una ubicación en Google Earth donde se aprecia que es posible fijar las coordenadas precisas de prácticamente cualquier ubicación.

Las coordenadas geográficas se pueden obtener:

- En gabinete, con ayuda de planos muy detallados.
- En campo (Imagen 2a), con ayuda de dispositivos GPS (Global Positioning Systems). En este caso debe tomarse en cuenta que la resolución de algunos dispositivos puede variar por decenas de metros, lo que sería particularmente grave si las coordenadas indicadas caen por error en el mar, lo que para el sistema R® no es aceptable y optaría por localizar el edificio con el código postal.
- Por Internet, con herramientas como Google Earth® (Imagen 2b). En este caso se debe personalizar para que muestre las coordenadas en grados decimales, ya que la opción por omisión es grados-minutos-segundos.
- En caso de que se indiquen coordenadas geográficas, el sistema R® asumirá que esta información es precisa y no tomará en cuenta el código postal. Sin embargo, si la combinación de coordenadas latitud-longitud se encuentra fuera de las costas del país, el sistema R® advertirá del error y localizará la estructura con el código postal.

4.4 Datos de la estructura

El siguiente grupo de datos le permitirá al sistema R® determinar la vulnerabilidad de cada una de las estructuras dentro de la base de datos. El sistema R® calcula el riesgo para dos tipos de edificaciones: industriales y no industriales. Cada uno de estos dos tipos puede considerar distintos tipos estructurales y tener características particulares, lo que puede arrojar un riesgo también distinto.

Existen dos grupos de datos que ayudarán a definir esta vulnerabilidad: 1) Dato técnico para conocer el tipo estructural y 2) Datos de otras características estructurales

1. Dato técnico para conocer el tipo estructural

Se utiliza específicamente para asignar el tipo estructural. Algunos ejemplos de estos sistemas son estructuras formadas por marcos de concreto, marcos de acero, losa plana, muros de concreto y muros de mampostería, entre otros.

El campo donde se ingresa el tipo estructural es:

CLASE_SISMO

2. Datos de otras características estructurales

Estos datos brindarán información adicional sobre algunas características particulares que definen, con mucha mayor precisión, la vulnerabilidad de la estructura asegurada. Algunos ejemplos de estas características son inmuebles que presentan irregularidades en planta y elevación, ubicación en esquina, si presentan hundimientos diferenciales o sobrepeso, entre otros.

Los campos dentro de este grupo son los siguientes:

NUM_PISOS

AÑO_CONSTRUCCION

COLUMNAS_CORTAS

SOBREPESO

GOLPETEO

ESQUINA

IRRE_ELEVACION

IRRE_PLANTA

HUNDIMIENTOS

DAÑOS_PREVIOS

FUE_REPARADO

FUE_REFORZADO

AÑO_REFUERZO

Número de pisos (NUM_PISOS)*Dato obligatorio*

Formato: número entero [1 al 55]

Corresponde al número de pisos que tiene el edificio que se quiere evaluar. El número de pisos se debe contar a partir de la planta baja, sin incluir sótanos. En caso de que el edificio se ubique en una loma y por la pendiente del terreno esté escalonado, el número de pisos debe de contarse a partir del piso más bajo. Cuando existan mezzanines se deben contar éstos como pisos. Algunos ejemplos de estos casos se muestran en la Imagen siguiente.

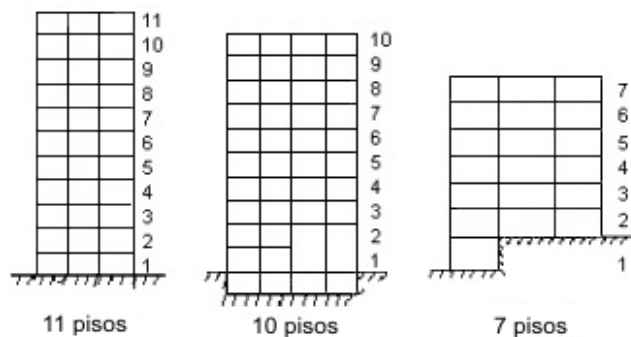


Imagen. Ejemplos de edificios con diferente número de pisos.

Tipo Estructural (CLASE_SISMO)*Dato obligatorio*

Formato: caracteres alfanuméricos

El tipo estructural es el conjunto de elementos capaces de resistir cargas en las construcciones sin que exista una deformación excesiva. Para el sistema R®, es indispensable definir el tipo estructural de los edificios y naves industriales, ya que de esto dependerá su comportamiento ante los fenómenos naturales. Este comportamiento se expresa mediante funciones de vulnerabilidad para cada tipo.

En la siguiente tabla se describen los diferentes tipos estructurales que contempla el sistema R®. El dato que se indica en la columna "Nombre" es la que se ingresa en el campo CLASE_SISMO.

INFORMACIÓN DE NOMBRES DE TIPOS ESTRUCTURALES

	Tipo estructural	Nombre
1	Muros de carga de mampostería	SMex_Muros_01
2	Marco de concreto	SMex_Marcos_01
3	Marcos y muros de concreto	SMex_Marcos_02
4	Marco de concreto contraventeado	SMex_Marcos_03
5	Columnas y losas planas de concreto	SMex_LosaPlana_01
6	Columnas y losas planas de concreto con muros	SMex_LosaPlana_02

	Tipo estructural	Nombre
7	Columnas y losas planas de concreto con contraventeo	SMex_LosaPlana_03
8	Muros y losas planas de concreto	SMex_LosaPlana_04
9	Marcos de acero	SMex_Marcos_04
10	Marcos de acero contraventeado	SMex_Marcos_05
11	Marcos de acero con muros de concreto	SMex_Marcos_06
12	Estructura prefabricada de concreto	SMex_Prefabricada_01
13	Industrial con cubierta con cubierta ligera con claros pequeños no rigidizada	SMex_Industrial_01
14	Industrial con cubierta ligera con claros pequeños rigidizada	SMex_Industrial_02
15	Industrial con cubierta ligera con claros medianos no rigidizada	SMex_Industrial_03
16	Industrial con cubierta ligera con claros medianos rigidizada	SMex_Industrial_04
17	Industrial con cubierta ligera con claros grandes no rigidizada	SMex_Industrial_05
18	Industrial con cubierta ligera con claros grandes rigidizada	SMex_Industrial_06
19	Industrial con cubierta pesada con claros pequeños no rigidizada	SMex_Industrial_07
20	Industrial con cubierta pesada con claros pequeños rigidizada	SMex_Industrial_08
21	Industrial con cubierta pesada con claros medianos no rigidizada	SMex_Industrial_09
22	Industrial con cubierta pesada con claros medianos rigidizada	SMex_Industrial_10
23	Industrial con cubierta pesada con claros grandes no rigidizada	SMex_Industrial_11
24	Industrial con cubierta pesada con claros grandes rigidizada	SMex_Industrial_12

Nota: En el Anexo 1 se hace una descripción más detallada de cada una de estos tipos estructurales.

Uso del inmueble (USO_INMUEBLE)

Dato obligatorio

Formato: número entero [1 al 30]

Se debe seleccionar el uso principal del edificio de acuerdo a la Tabla **Catálogo de uso de inmueble**. Si en el catálogo no se encuentra la opción exacta, se deberá seleccionar la que de acuerdo al criterio del usuario se aproxime más al uso de la estructura.

La importancia de indicar el uso se debe a que el diseño de las estructuras está en función del mismo, por lo que el sistema R® también toma en cuenta estas consideraciones. El uso del edificio es importante también porque define el tipo de contenidos y su vulnerabilidad.

Es común que una misma póliza contenga varios inmuebles con diferentes usos. En estos casos se recomienda introducir cada uno de ellos, con su respectiva clave, para que el cálculo de las pérdidas sea más preciso.

CATÁLOGO DE USO DE INMUEBLE

Clave	Uso del inmueble
1	Almacén
2	Banco
3	Biblioteca
4	Central de Comunicaciones
5	Central Eléctrica
6	Centro Comercial
7	Comercio
8	Depósito de Sustancias Explosivas
9	Depósito de Sustancias Inflamables
10	Depósito de Sustancias Tóxicas
11	Escuela

Clave	Uso del inmueble
12	Estacionamiento
13	Fábrica
14	Funeraria
15	Hangar
16	Hospital
17	Hotel
18	Industria
19	Laboratorio
20	Librería
21	Museo
22	Oficina Gubernamental
23	Oficina Privada
24	Restaurante
25	Servicios de Emergencia
26	Terminal de Transporte
27	Tienda de Departamentos
28	Vivienda (Casa habitación convencional)
29	Otro
30	Gasolineras

De los usos mostrados en la tabla anterior, se distinguen tres grupos, aquellos de estructuras tipo edificio, tipo industrial y otros. A continuación se describen de manera general los dos primeros.

- Tipo Edificio. Es el tipo más común. Se utiliza principalmente para oficinas, viviendas, escuelas, hospitales, pequeños comercios, entre otros. Consta de columnas, trabes, muros y losas rígidamente unidas en todos los niveles.
- Tipo Industrial. Sistemas estructurales que en general se usan para fábricas, talleres, almacenes, bodegas y plantas de ensamble, entre otras. Algunas edificaciones de uso comercial pueden tener una estructura tipo industrial, como casi todas las tiendas de autoservicio formados por estructuras de grandes claros de un solo nivel.

Fecha de construcción (AÑO_CONSTRUCCION).

Dato opcional

Formato: número entero [De 1325 al 2040]

Especifica la fecha de construcción del inmueble. El año de construcción refleja indirectamente el reglamento de construcción que se empleó para su diseño. Con el paso del tiempo, los reglamentos de construcción han tenido modificaciones importantes, especialmente para algunos tipos estructurales en lo relativo al diseño por sismo. Para conocer el año de construcción del edificio se puede preguntar al dueño o recurrir a los planos estructurales o arquitectónicos.

Columna corta (COLUMNAS_CORTAS).

Dato opcional

Formato: número entero [0 ó 1]

Se deberá definir si la estructura:

1. tiene columnas cortas
0. no tiene columnas cortas

Se le llama columna corta a aquella cuya altura se reduce por la presencia de elementos arquitectónicos adosados a ella. Estos elementos arquitectónicos generalmente son pretilas, faldones o muros de media altura que están ligados a la columna, pudiendo ser de mampostería (ladrillo o block) o de concreto. Generalmente las columnas cortas, si existen, se pueden identificar en las fachadas, aunque pudieran existir en el interior del edificio.

Para que una columna se clasifique como columna corta deberá haber una relación entre la altura del pretil y la altura del entrepiso mayor o igual que 0.25, es decir, la altura del pretil deberá ser de al menos una cuarta parte de la altura de la columna. Además, el pretil y la columna deberán estar en íntimo contacto.

La presencia de columnas cortas en una estructura la hace más vulnerable, por lo que será de vital importancia que se identifique su posible existencia, lo que puede resultar relativamente sencillo.

Sobrepeso (SOBREPESO).

Dato opcional

Formato: número entero [0 ó 1]

Se deberá definir si el edificio:

1. tiene sobrepeso
0. no tiene sobrepeso

Las estructuras son diseñadas para un nivel de carga de acuerdo al uso que se le dará al inmueble. Sin embargo, algunos cambios en el uso durante su vida útil pueden implicar un cambio importante en la carga que se le impone a la estructura. Un ejemplo de esto es el caso de un edificio que fue diseñado en la década de los años 60's para oficinas y hoy se ocupa como bodega de almacenamiento de telas.

Otra situación que implicaría sobrepeso, se localiza en aquellas oficinas en las que existen archivos de papeles y documentos de forma abundante, en gran parte del área del edificio y en los niveles superiores del mismo. Se deberá indicar que el inmueble tiene sobrepeso sólo cuando éste se encuentre en un área mayoritaria de su superficie.

Posibilidad de golpeteo (GOLPETEO).

Dato opcional

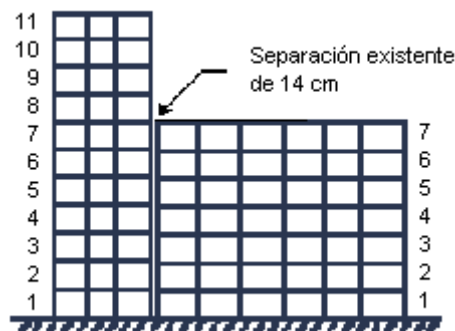
Formato: número entero [1 al 4]

Se definirá si el edificio tiene posibilidades de golpeteo durante un sismo, de acuerdo a la tabla **Catálogo posibilidad de golpeteo**. El golpeteo entre edificios puede causar daños importantes a uno o ambos de los edificios que intervienen en el mismo. Para que estos no se golpeen entre sí durante un sismo intenso, la separación libre entre los edificios debe ser aproximadamente 3 cm por cada piso en el edificio de menor altura. Si la separación libre entre ambos edificios es menor, se debe indicar al Sistema R® que sí existe la posibilidad de golpeteo del edificio con algún edificio vecino.

CATÁLOGO POSIBILIDAD DE GOLPETEO

Clave	Posibilidad de golpeteo
1	Con edificios de menor altura
2	Con edificios de igual o de mayor altura
3	Con edificios de menor y mayor altura
4	No hay posibilidad de golpeteo

Para ejemplificar una manera de predecir si existirá golpeteo, en la siguiente figura se muestran dos edificios, uno de 11 niveles y otro de 7 niveles. La separación libre existente entre ellos es de 14 cm, pero se estima que el edificio pequeño tendrá un desplazamiento máximo de 7 niveles x 3 cm/nivel = 21 cm. Como la separación existente de 14 cm es menor que los 21 cm recomendados, entonces contemplar que existe la posibilidad de golpeteo entre estos dos edificios durante un sismo intenso.



Imágenes 3. Golpeteo

Edificio en esquina (ESQUINA).**Dato opcional**

Formato: número entero [0 ó 1]

Se deberá definir si el edificio:

1. inmueble ubicado en esquina
0. no ubicado en esquina

Un edificio localizado en esquina es más vulnerable ante la acción de los sismos si los muros que colindan con las edificaciones vecinas son mucho más resistentes que los marcos (columna y trabes) de las fachadas, y no están adecuadamente desligados unos de los otros. De ser así, se tendrá un edificio con una gran irregularidad en planta, produciendo torsiones y un comportamiento indeseable, sobre todo en las fachadas que resultarán más flexibles y menos resistentes.

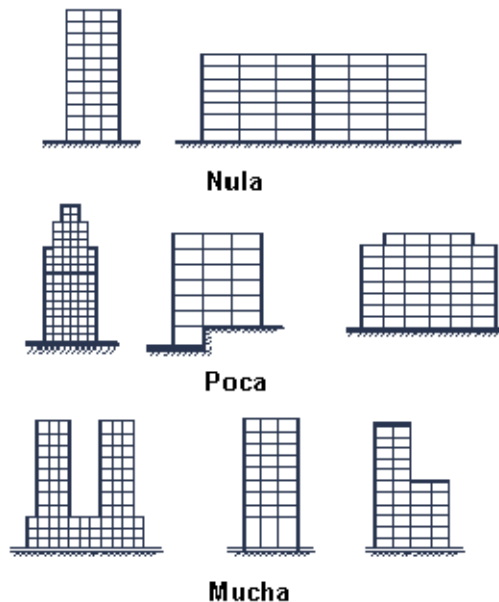
Cuando el edificio en esquina es simétrico o tiene los muros colindantes adecuadamente desligados de la estructura principal se tomará el criterio "0".

Irregularidad en altura (IRRE_ELEVACIÓN).**Dato opcional**

Formato: número entero [1 al 3]

Se deberá especificar si el inmueble es irregular en su altura de acuerdo con el siguiente criterio:

1. irregularidad nula
2. poca irregularidad
3. mucha irregularidad

**Imagen. Irregularidad en altura**

La estructura es más vulnerable cuando la distribución de los elementos resistentes en la altura del edificio no es uniforme.

Configuraciones típicas que calificarían a un edificio con alta irregularidad en elevación:

- Edificios con un primer entrepiso muy alto en comparación con el resto de los pisos
- Edificios con un entrepiso cualquiera mucho más alto que el resto de los pisos
- Edificios en los que se suspende la altura en algún nivel y no ha sido desligado del resto de la estructura
- Edificios en los que elementos estructurales importantes (columnas o muros) se suspenden antes de llegar a la cimentación

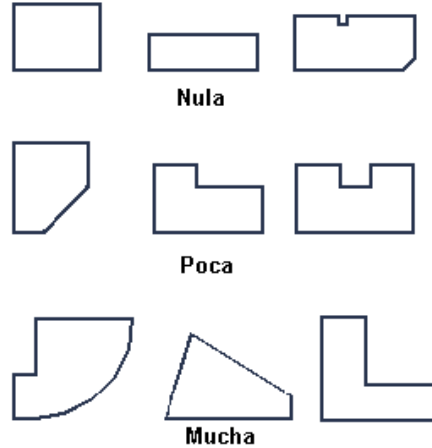
Irregularidad en planta (IRRE_PLANTA).**Dato opcional**

Formato: número entero [1 al 3]

Se deberá definir la irregularidad en planta del inmueble de acuerdo con el siguiente criterio:

1. irregularidad nula
2. poca irregularidad
3. mucha irregularidad

Las estructuras simples, simétricas y regulares, presentan en términos generales un mejor comportamiento que aquellas que no lo son. Bajo la acción de los sismos, las estructuras irregulares y asimétricas tienden a presentar movimientos de torsión que causan daños severos.

**Imagen. Irregularidad en planta****Hundimientos diferenciales (HUNDIMIENTOS).****Dato opcional**

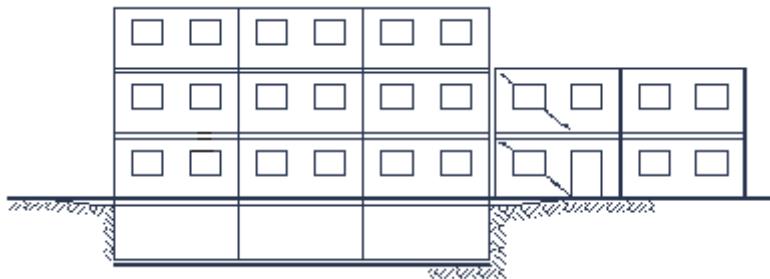
Formato: número entero [0 ó 1]

Se deberá definir si el inmueble:

1. tiene hundimientos diferenciales
0. no tiene hundimientos diferenciales

Los hundimientos diferenciales generan efectos que pueden ser apreciables a simple vista ya sea por los desplomes de la estructura (inclinación con respecto a la vertical) o por agrietamientos diagonales en muros divisorios o muros de carga. Si los asentamientos son pequeños sólo afectarán a elementos no estructurales y acabados, con poca posibilidad de afectar la estabilidad de la estructura. Sin embargo, cuando los hundimientos diferenciales son grandes, y se aprecian a simple vista, sus efectos sobre los elementos de la estructura pueden ser considerables.

Los hundimientos diferenciales son más probables en zona de suelos blandos y pueden ser producidos a causa de un sismo, como consecuencia de la construcción de una edificación vecina o por defectos de la cimentación.

**Imagen. Hundimientos diferenciales**

Daños previos (DAÑOS_PREVIOS).**Dato opcional**

Formato: número entero [1 al 3]

Se deberá definir si el inmueble ha sufrido daños previos de acuerdo con el siguiente criterio:

1. inmueble sin daños previos
2. daños previos ligeros
3. daños previos severos

Una estructura que se ha dañado durante algún sismo ha manifestado su gran vulnerabilidad. Existe una clara evidencia de que aquellos edificios que colapsan o que tienen daños graves durante sismos intensos, es porque ya se habían dañado durante temblores previos.

En términos generales, será muy difícil identificar los daños estructurales de una edificación si es que ésta ha tenido un adecuado programa de mantenimiento. No obstante el buen mantenimiento no es señal de que la estructura vaya a tener un comportamiento satisfactorio en sismos futuros.

Es posible encontrar indicios de daños previos en aquellos lugares o partes de la estructura que generalmente quedan ocultos: muros de colindancia, ductos de instalaciones, cubos de escaleras o elevadores, sótanos y elementos estructurales tapados por plafones o acabados. La mejor manera de conocer si ha presentado algún tipo de daño es preguntando a los dueños u ocupantes, aunque esta información está limitada a los años más recientes. Si no se identifican claramente señales de daño estructural por sismos previos, se tomará el criterio 1 en este campo.

Reparación (FUE_REPARADO).**Dato opcional**

Formato: número entero [0 ó 1]

Si ha tenido daños previos se deberá indicar si estos:

1. sí fueron reparados
0. no fueron reparados

Cuando una estructura fue dañada por algún sismo, pudo haber tenido reparaciones estructurales y no estructurales. En términos generales no será sencillo identificar el tipo de reparación que tuvo la edificación, aunque esto puede conocerse mediante la consulta de memorias de cálculo o realizando una inspección en sitios como muros de colindancia, ductos de instalaciones, cubos de escaleras o elevadores, sótanos, elementos estructurales tapados por plafones, etc. Si la reparación sólo consistió en el resane superficial de grietas, se deberá indicar que no fueron reparados, es decir, con el número "0". Reparar implica proveer de nuevo a la estructura su capacidad sismorresistente.

Reforzamiento (FUE_REFORZADO).**Dato opcional**

Formato: número entero [0 ó 1]

Se deberá definir si la estructura:

1. sí ha sido reforzada
0. no ha sido reforzada

Desde el punto de vista estructural, reforzar es un paso más que reparar. Reforzar implica modificar y mejorar las características sismorresistentes de la edificación.

En la práctica profesional en México, las maneras más comunes que se han utilizado para el refuerzo de las estructuras han sido utilizando diagonales de contraventeo de perfiles de acero o cables, encamisado de columnas y trabes de concreto mediante celosías de acero o inclusión de muros de concreto. Normalmente estas reparaciones son tan generalizadas que no se pueden ocultar del todo, por lo que su identificación es relativamente sencilla, aunque en algunos casos podrán estar ocultas por acabados arquitectónicos. Es recomendable revisar cubos de escaleras y elevadores, fachadas laterales y posteriores.

Fecha de reforzamiento (AÑO_REFUERZO).**Dato opcional**

Formato: número entero [De 1325 al 2040]

En caso de que la estructura haya sido reforzada, tal y como se describe en el punto anterior, se deberá indicar el año en que se realizó el refuerzo ya que en ella se encuentra implícito el código o reglamento de construcción vigente durante el refuerzo.

Definición de datos para pólizas colectivas

En esta sección se establecen los datos que identifican las características de las pólizas colectivas y las pólizas con capas.

Las pólizas colectivas son aquellas que amparan dos o más inmuebles con un límite de responsabilidad único, por lo que al menos deben contener una capa que defina este límite o varias capas que definan los esquemas de reaseguro, comunes para todos los inmuebles.

Una póliza individual puede tener capas sólo si ésta comparte un límite máximo de responsabilidad único para todos sus rubros (inmueble, contenidos, consecuentes y bienes bajo convenio), para lo cual se debe definir un encabezado igual al de las pólizas colectivas y de la misma manera los esquemas de capas para definir el reaseguro no proporcional. En resumen, una póliza individual puede tener capas sólo si se modela como una póliza colectiva de un solo registro.

La manera en que se ingresan las pólizas colectivas es utilizando la tabla TB_Incisos, descrita con anterioridad, y dos tablas adicionales, TB_Capas y TB_DatosGenerales. En términos prácticos, esta última se relaciona, mediante el número de póliza, con las otras dos tablas para formar las pólizas colectivas. La siguiente imagen muestra el diagrama entidad relación de las tablas.

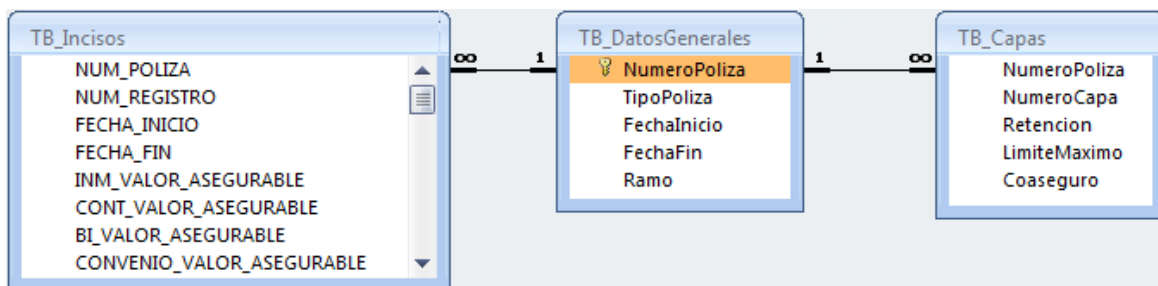


Imagen. Diagrama entidad relación en pólizas colectivas

Cada uno de los incisos son vinculados a una sola póliza colectiva mediante un encabezado que contiene los datos de referencia de la misma, tal y como se muestra en la imagen siguiente:

NumeroPoliza	TipoPoli	FechaInicio	FechaFin	Ramo	Agre
EDIFICIOS_SISMO_1	1	01/01/2012	01/01/2013	SISMO	
NUM_REGISTRO	FECHA_INIC	FECHA_FIN	INM_VALOR_ASEGURABLE		
1			\$25,000.00		
2			\$25,000.00		
3			\$25,000.00		
4			\$25,000.00		
5			\$25,000.00		
6			\$25,000.00		
7			\$25,000.00		
8			\$25,000.00		
9			\$25,000.00		
10			\$25,000.00		

Se muestra una flecha roja desde el encabezado de la tabla hacia la etiqueta **TB_DatosGenerales**. Se muestra una flecha roja desde la columna **NUM_REGISTRO** hacia la etiqueta **TB_Incisos**.

Imagen. Relación de tablas entre TB_DatosGenerales y TB_Incisos

Este encabezado también se utiliza para definir las capas que indican los valores globales y las variables de reaseguro.

NumeroPoliza	TipoPoliza	FechaInicio	FechaFin	Ramo
EDIFICIOS_SISMO_1	1	01/01/2012	01/01/2013	SISMO
NumeroCapa	Retencion	LimiteMaximo	Coaseguro	
Capa1	0	5000000		
Capa2	50	15000000		
*				

Imagen. Relación de tablas entre TB_DatosGenerales y TB_Capas

Tipo de datos

Los datos que requiere el sistema R® estarán en archivos de Access® con un nombre y tipo de dato específico. Estos nombres se indican en las tablas TB_Incisos, TB_Capas y TB_DatosGenerales, en donde los datos deben ser exactamente iguales a los indicados.

Debido a que la tabla TB_Incisos se describió anteriormente, en esta sección se hará la descripción de las tablas TB_Capas y TB_DatosGenerales.

INFORMACIÓN DE TIPO GENERAL PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS

Tabla TB_DatosGenerales					
Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Requerido
Generales	1	NumeroPoliza	Alfanumérico		Obligatorio
	2	TipoPoliza	Número Entero	1 al 2	Obligatorio
	3	FechaInicio	Fecha	01/01/2010 ó posterior	Obligatorio
	4	FechaFin	Fecha	01/01/2011 ó posterior	Obligatorio
	5	Ramo	Alfanumérico		Obligatorio

INFORMACIÓN DE TIPO FINANCIERO PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS

Tabla TB_Capas					
Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Requerido
Financiero	1	NumeroPoliza	Alfanumérico		Obligatorio
	2	NumeroCapa	Alfanumérico		Opcional
	3	Retencion	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio
	4	LimiteMaximo	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	5	Coaseguro	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio

5.1 Definición de datos generales tabla TB_DatosGenerales

Es la tabla principal de las carteras colectivas, se relaciona con las tablas TB_Incisos y TB_Capas. La tabla TB_DatosGenerales contiene información general de todas las pólizas colectivas.

Número de póliza cómo llave primaria (NumeroPoliza)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Es la clave que se utiliza para identificar cada póliza colectiva. Este dato debe ser único para esta tabla y no deberá repetirse, ya que con él se hacen las relaciones a las tablas TB_Incisos y TB_Capas.

Este campo se emplea para vincular una póliza colectiva con los inmuebles que pertenecerán a ella. Estos registros, contenidos en la tabla TB_Incisos, deberán tener exactamente el mismo número de póliza que el utilizado en este campo, incluyendo mayúsculas, minúsculas y caracteres especiales.

Tipo de póliza colectiva (TipoPoliza)

Dato obligatorio

Formato: número entero [1 ó 2]

Este campo identifica el tipo de póliza colectiva con las siguientes opciones:

1. Semi-agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, y tanto el deducible como el coaseguro se toma de cada registro dentro de la tabla TB_Incisos.

2. Agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, el deducible y coaseguro es de manera global para toda la póliza.

Estas opciones son igualmente aplicables a las pólizas independientes que se modelan como colectivas y de esta manera poder ingresar esquemas de reaseguro por capas.

Fecha de inicio de póliza colectiva (FechaInicio)

Datos obligatorios

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de inicio de vigencia de la póliza colectiva y tienen las mismas características que las fechas de vigencia de las pólizas individuales. El sistema, por convención, considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema toma como vigente dicha póliza.

En una póliza colectiva el dato de fecha inicio de vigencia es de manera global para todos los registros que pertenecen a ella, por lo que deberá de indicarse en la tabla TB_DatosGenerales. Si este dato se ingresa en la tabla TB_Incisos, el sistema no lo tomará en cuenta.

Fecha de terminación de póliza colectiva (FechaFin)

Datos obligatorios

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de fin de vigencia de la póliza colectiva y tiene la misma característica que la fecha de vigencia de las pólizas individuales. El sistema, por convención, considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de evaluación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza, el sistema toma como fuera de vigencia dicha póliza. Para el caso de créditos hipotecarios que requieran un cálculo del mes completo deberá ponerse como fecha de terminación el primer día del mes siguiente.

En una póliza colectiva el dato de fecha fin de vigencia es de manera global para todos los registros que pertenecen a ella, por lo que deberá de indicarse en la tabla TB_DatosGenerales. Si este dato se ingresa en la tabla TB_Incisos, el sistema no lo tomará en cuenta.

Nombre del peligro (RAMO)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Se deberá definir el nombre del peligro o amenaza que se desea valorar. El objetivo de este campo es definir qué peligros o amenazas va a considerar el sistema R[®] en la evaluación, de acuerdo al tipo de licencia adquirida.

Para considerar el peligro sísmico en los cálculos, se deberá escribir el texto **SISMO** en el campo RAMO.

5.2 Definición de capas tabla TB_capas

En esta parte se explican los datos necesarios para ingresar un esquema de capas para definir el reaseguro no proporcional en pólizas colectivas o en una póliza individual (evaluada como una póliza colectiva de un solo registro).

Cada póliza puede tener un número diferente de capas, las cuales corresponden a diferentes contratos de reaseguro con varias Instituciones de Seguros y con diferentes límites y prioridades. Las capas se definen por el número de renglones de la tabla correspondiente.

En la imagen siguiente se ilustra el ejemplo de dos pólizas con cuatro capas cada una. Las capas corresponden a una **póliza semi-agrupada**, indicada por la tabla superior y esquema izquierdo; y una **póliza agrupada**, tabla inferior y esquema derecho.

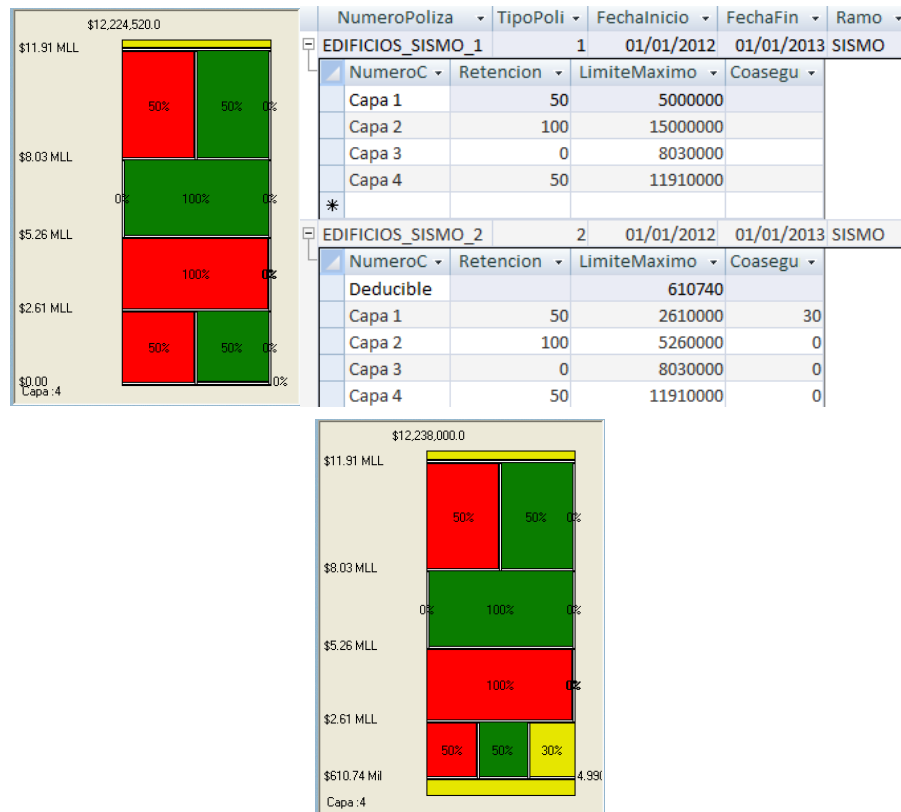


Imagen. Esquema de póliza con capas

Recuerde que en el campo TipoPoliza, “1” representa una póliza semi-agrupada y “2” una póliza agrupada.

Número de póliza (NumeroPoliza)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Es la clave para identificar cada registro o póliza. Este dato es alfanumérico. Para las pólizas colectivas, todas las ubicaciones que sean amparadas por ésta, deberán llevar el mismo número de póliza ya que este campo es el que identifica a qué póliza colectiva pertenece cada ubicación.

Descripción del número de capa (NumeroCapa)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Es la clave para identificar el número de capa de la póliza. Este dato es alfanumérico y por claridad se recomienda ingresar la palabra “Capa” seguido del número de capa que corresponda.

Generalmente las capas empiezan desde la **Capa 1**, pero para la definición del deducible en pólizas agrupadas se recomienda indicar la primera capa como **Deducible**, como se ilustra en la imagen Anterior.

Porcentaje de retención por capa (Retención)

Dato obligatorio

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la Institución de Seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro a capas. En cada capa se debe definir un porcentaje de retención a excepción de la capa Deducible que corresponde al deducible de una póliza agrupada, por lo cual este campo debe quedar vacío.

Límite de la capa (LimiteMaximo)**Dato obligatorio**

Formato: número [en moneda]

Es el valor máximo del que se hace responsable la reaseguradora en la capa que participa. Para que una capa quede completamente definida se debe conocer tanto el límite como la prioridad, que es la cantidad máxima que la aseguradora decide pagar. Por fines prácticos, la prioridad se toma como el límite de la capa anterior y en el caso de la primera capa, la prioridad es igual a cero. Para el caso de pólizas agrupadas, el límite de la primera capa es el deducible de la póliza.

Coaseguro de la capa (Coaseguro)**Dato obligatorio**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo, para la capa correspondiente.

En caso de pólizas semi-agrupadas no es necesario ingresar este valor, ya que por definición estas pólizas toman el coaseguro de cada inmueble. En pólizas agrupadas el coaseguro de la capa Deducible debe quedar vacío, ya que como se indicó esta capa corresponde al deducible de la póliza.

6. Definición de datos para las pólizas no valuables

Los datos que requiere el sistema R® estarán en archivos de Access® con un nombre y tipo de dato específico. El nombre de los campos para las pólizas no valuables se indican en la tabla TB_RiesgosNoValuables, en donde el tipo de dato debe ser exactamente al indicado.

INFORMACIÓN DE CARTERAS PARA RIESGOS NO VALUABLES

Tabla TB_RiesgosNoValuables					
Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Requerido
De referencia	1	NUM_REGISTRO	Número Entero	1 a 3,000,000	Obligatorio
	2	NUM_POLIZA	Alfanumérico		Obligatorio
	3	TIPO_RIESGO	Número Entero	1 a 5	Obligatorio
	4	DESCRIPCION	Alfanumérico		Obligatorio
Financiero	5	FECHA_INICIO	Fecha	01/01/1900 a 31/12/2080	Obligatorio
	6	FECHA_FIN	Fecha	01/01/1900 a 31/12/2080	Obligatorio
	7	SUMA_ASEGURADA	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	8	PRIMA_EMITIDA	Moneda	0 a billones	Obligatorio
	9	FACTOR_RETENCION	Porcentaje	0 a 100	Obligatorio

6.1 Definición de carteras TB_RiesgosNoValuables**Número de registro (NUM_REGISTRO)****Dato obligatorio**

Formato: números enteros

Es un número único que tiene por objeto ordenar y llevar un control de todas las ubicaciones dentro del sistema R®. Al ser éste un número que no se repite, ayuda a identificar fácilmente cualquier registro de la cartera en el archivo de resultados por ubicación o en el archivo con el reporte de errores.

Número de póliza (NUM_POLIZA)**Dato obligatorio**

Formato: caracteres alfanuméricos

Es la clave para identificar cada registro o póliza. Este dato es alfanumérico.

Tipo de riesgo (TIPO_RIESGO)**Dato obligatorio**

Formato: número entero [1 al 5]

Se refiere a los tipos de riesgos no valuables. Las claves correspondientes se especifican en la tabla siguiente:

CATÁLOGO DE CARACTERÍSTICAS DE TIPOS DE RIESGO

TIPO DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	Disposición	Fracción
1	Pólizas que cubran riesgos de reaseguro tomado de entidades aseguradoras del extranjero.	A2.1.3.4.	I.
2	Pólizas que cubran riesgos sobre bienes que se ubiquen en el extranjero.	A2.1.3.4..	II.
3	Pólizas que cubran bienes ubicados en territorio nacional, pero que no cuenten con las características de construcción regular que se requieren para que puedan ser valuados con las bases técnicas del presente Apéndice.	A2.1.3.4.	III.
4	Pólizas que, aun contando con toda la información sobre los bienes asegurados, sean cubiertas por los seguros de terremoto en condiciones o modalidades especiales que no puedan ser valuadas bajo las bases técnicas del presente Apéndice.	A2.1.3.4.	IV.
5	Pólizas que amparen bienes en territorio nacional, que sean aseguradas en condiciones tales que se carezca de la información mínima necesaria para permitir la correcta aplicación de las bases técnicas del presente Apéndice.	A2.1.3.5.	

Descripción (DESCRIPCION)

Dato obligatorio

Formato: número entero [1 al 19]

Se refiere a las características de los tipos de riesgos no valuables. Las claves correspondientes se especifican en la tabla siguiente:

CATÁLOGO DE TIPO DE RIESGO

CLAVE	DESCRIPCIÓN
1	Aeropuertos
2	Sistemas de gas natural
3	Tuberías enterradas
4	Sistemas de instalaciones petroleras y petroquímicas
5	Sistemas eléctricos
6	Sistemas de drenaje (agua residual)
7	Presas
8	Plantas de tratamiento
9	Plantas potabilizadoras
10	Sistemas de suministro de agua potable
11	Puertos
12	Vías férreas
13	Puentes
14	Carreteras
15	Iglesias
16	Edificios históricos
17	Parques industriales
18	Teatros y auditorios
19	Otros.

Fecha de inicio (FECHA_INICIO)**Datos obligatorios**

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de inicio de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema R® por convención considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema R® toma como vigente dicha póliza.

Fecha de terminación (FECHA_FIN)**Datos obligatorios**

Formato: dd/mm/aaaa

Este dato se refiere a la fecha de fin de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema R® por convención considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de evaluación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza, el sistema R® la toma como fuera de vigencia.

Valor de la Suma asegurada (SUMA_ASEGURADA)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Corresponde a la suma asegurada establecida en la carátula de la póliza.

Prima emitida (PRIMA_EMITIDA)**Datos obligatorios**

Formato: número [en moneda]

Corresponde a la prima emitida de cada registro por evaluar. En el caso particular de las pólizas de "tipo de riesgo 5", será necesario que en este campo se reporte la prima de riesgo emitida.

Factor de retención (FACTOR_RETENCION)**Dato obligatorio**

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la institución de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro proporcional, respecto de la obligación total suscrita en un contrato de seguro.

7. Definición de datos para los archivos de resultados

El sistema genera 3 archivos de salida que contienen información de los resultados de la evaluación, a continuación se describen cada uno de estos archivos.

7.1 Archivo de Errores

Genera el archivo de texto *_Errores.txt. Tal archivo listará los errores y advertencias detectados durante el proceso de generación de resultados (por ejemplo coordenadas no encontradas en el país, valores inválidos para cierto parámetro, etc.).

7.2 Archivo de Resultados Generales

Es un archivo Excel® nombrado *_Resultados Generales_SISMO.xls que muestra la información de resultados indicando la fecha de creación, fecha de corte, los archivos analizados, valores asegurables, primas y PML.

7.3 Archivo de Resultados por ubicación

Es un archivo Excel® nombrado *_Resultados por ubicacion_SISMO.xls y muestra la información referente a las primas por cada uno de los incisos. Cada registro de este archivo está integrado por datos identificados por las siguientes columnas:

NUMREG: Número de registro

Es el número de registro descrito en el capítulo 4.1 Datos de referencia que corresponde al campo NUM_REGISTRO

ZAGR: Zona de agrupación.

Este campo indica la zona de agrupación a la que pertenece cada uno de los registros evaluados. Esta zona de agrupación es la combinación del estado y zona sísmica, como se muestra en la tabla:

ZONA DE AGRUPACIÓN

ZAGR	CLAVE ESTADO	NOMBRE ESTADO	ZONA SISMICA
Zona_01	1	Aguascalientes	A
Zona_02	2	Baja California	B
Zona_03	2	Baja California	C
Zona_04	3	Baja California Sur	B
Zona_05	4	Campeche	A
Zona_06	4	Campeche	B
Zona_07	5	Coahuila	A
Zona_08	6	Colima	D
Zona_09	7	Chiapas	D
Zona_10	8	Chihuahua	A
Zona_11	9	Distrito Federal	E
Zona_12	9	Distrito Federal	F
Zona_13	9	Distrito Federal	G
Zona_14	9	Distrito Federal	H1
Zona_15	9	Distrito Federal	H2
Zona_16	10	Durango	A
Zona_17	11	Guanajuato	B
Zona_18	12	Guerrero	C
Zona_19	12	Guerrero	D
Zona_20	12	Guerrero	I
Zona_21	12	Guerrero	J
Zona_22	12	Guerrero	K
Zona_23	13	Hidalgo	B
Zona_24	14	Jalisco	B
Zona_25	14	Jalisco	C
Zona_26	14	Jalisco	D
Zona_27	15	México	B
Zona_28	15	México	B1
Zona_29	16	Michoacán	B
Zona_30	16	Michoacán	C
Zona_31	16	Michoacán	D
Zona_32	17	Morelos	B
Zona_33	18	Nayarit	B
Zona_34	19	Nuevo León	A
Zona_35	20	Oaxaca	C
Zona_36	20	Oaxaca	D
Zona_37	21	Puebla	B
Zona_38	22	Querétaro	B

ZAGR	CLAVE ESTADO	NOMBRE ESTADO	ZONA SISMICA
Zona_39	23	Quintana Roo	A
Zona_40	24	San Luis Potosí	A
Zona_41	25	Sinaloa	B
Zona_42	26	Sonora	B
Zona_43	26	Sonora	C
Zona_44	27	Tabasco	B
Zona_45	28	Tamaulipas	A
Zona_46	29	Tlaxcala	B
Zona_47	30	Veracruz	A
Zona_48	30	Veracruz	B
Zona_49	30	Veracruz	C
Zona_50	31	Yucatán	A
Zona_51	32	Zacatecas	A

El dato "ZAGR" no se ingresa directamente en la tabla "TB_Incisos", sino que utiliza los datos de ubicación de cada uno de los registros de la cartera para obtenerla. Los datos que toma como referencia para obtener la zona de agrupación son el código postal y las coordenadas geográficas estos últimos fueron descritos en el capítulo 4.3 Datos de localización que corresponden a CODIGO_LOCALIZACION, LONGITUD y LATITUD

VALASEG: Valor asegurable

Es el total de los valores expuestos para Inmueble, contenidos, perdidas consecuenciales y convenio expreso

VALRET: Valor retenido

Se refiere al monto retenido en la cobertura de daños al inmueble, contenidos, perdidas consecuenciales y convenio expreso neto de la porción cedida en contratos de reaseguro proporcional

PR_T: Prima de riesgo total

Se refiere a la pérdida anual esperada total. Valor promedio de la pérdida que se tendría en un año cualquiera, suponiendo que el proceso de ocurrencia de los sismos es estacionario y que las estructuras dañadas se les restituye su resistencia inmediatamente después de un sismo. El valor se muestra en moneda

PR_T_AM: Prima de riesgo total al millar

Se refiere a la prima de riesgo total antes mencionada, en este campo el valor se muestra al millar.

PR_R: Prima de riesgo retenida

Se refiere a la pérdida anual esperada retenida por la Institución de Seguros, el valor promedio de la pérdida retenida que se tendría en un año cualquiera, suponiendo que el proceso de ocurrencia de los sismos es estacionario y que las estructuras dañadas se les restituye su resistencia inmediatamente después de un sismo. El valor se muestra en moneda

PR_R_AM: Prima de riesgo retenida al millar

Se refiere a la prima de riesgo retenida antes mencionada, en este campo el valor se muestra al millar.

PR_T_DEV: Prima total devengada.

Se refiere a la porción de la prima total cuya vigencia ha transcurrido

PR_R_DEV: Prima retenida devengada.

Se refiere a la porción de la prima retenida cuya vigencia ha transcurrido

PR_T_NODEV: Prima total no devengada

Se refiere a la porción de la prima total cuya vigencia falta por transcurrir

PR_R_NODEV: Prima retenida no devengada.

Se refiere a la porción de la prima retenida cuya vigencia falta por transcurrir

PMAX_T: Pérdida máxima total.

Se refiere a las sumas de las pérdidas totales esperadas que se tendría del escenario más crítico.

PMAX_R: Pérdida máxima retenida.

Se refiere a las sumas de las pérdidas retenidas esperadas que se tendría del escenario más crítico.

Las columnas anteriores son las que se incluyen de manera predeterminada, es importante mencionar que también se puede agregar información de la cartera evaluada que el usuario requiera, ya que el sistema muestra en pantalla todos los campos de la cartera de los cuales hay que seleccionar los campos que se escribirán en este archivo de resultados.

Capítulo 2: Descripción de tipos estructurales

1. Descripción de tipos estructurales

Los 24 tipos estructurales indicados en la tabla “Información de nombres de tipos estructurales”, dentro del Capítulo 5 - Descripción de campos del Sistema R, se basan en cinco tipos principales: estructuras de muros, marcos, losa plana, estructuras prefabricada y estructuras para uso industrial. Como se verá más adelante, es posible que un tipo estructural sea de una combinación de más de uno de estos cinco tipos.

Cabe recordar que en la tabla TB_Incisos, es obligatorio indicar el tipo estructural de los edificios o naves industriales dentro del campo CLASE_SISMO, y con base a este dato se propondrá la función de vulnerabilidad correspondiente. Es por eso que se debe de indicar de manera acertada este dato para no sobre o subestimar su pérdida.

MUROS

SMex_Muros_01

Descripción: Muros de carga de mampostería. Sistema estructural tradicional para casas habitación, se compone principalmente de muros hechos con materiales como tabique recosido, tabicón, tabique de barro (macizo o hueco) y roca natural, entre otros, unidos con mortero. Los muros pueden estar confinados por dalas y castillos.



Figura A-1. Aunque este tipo estructural predomina en casa habitación, también se observa en construcciones para uso industrial

MARCOS (COLUMNAS Y TRABES)***SMex_Marcos_01***

Descripción: Marcos de concreto. Sistema estructural construido principalmente por marcos de concreto reforzado, fabricados en situ, que se forman por la combinación vigas horizontales que forman el cabezal y columnas laterales, todo unido rígidamente. Debajo del marco no hay elementos estructurales que le ayuden a soportar las cargas, en ocasiones los marcos tienen muros divisorios de materiales ligeros o de mampostería pero desligados del marco que no contribuyen a la capacidad de resistencia de la estructura.



Figura A-2. Tipo estructural con columnas y trabes de concreto reforzado

SMex_Marcos_02

Descripción: Marcos de concreto con muros de concreto. Estructuras basadas principalmente en marcos de concreto reforzado (combinación de columnas y vigas) y muros de concreto reforzado, ambos fabricados en situ. Las cargas de gravedad son transportadas por las columnas y las fuerzas sísmicas laterales son resistidas por los marcos y muros.



Figura A-3. Tipo estructural con columnas, trabes y muros de concreto reforzado

SMex_Marcos_03

Descripción: Marcos de concreto contraventeado. Sistema estructural construido principalmente por marcos de concreto reforzado, fabricados en situ, que se forman por la combinación vigas horizontales que forman el cabezal y columnas laterales, todo unido rígidamente. El marco está reforzado exteriormente por uno o varios elementos diagonales de acero (contraventeos) que unen las equinas contrarias superior e inferior del marco, para darle a éste mayor resistencia lateral.



Figura A-4. Columnas y traves de concreto con contraventeo: Izq. diagonales en el exterior y Der. diagonales en el interior

SMex_Marcos_04

Descripción: Marcos de Acero. Sistema estructural construido principalmente por marcos de acero que se forman por la combinación vigas horizontales que forman el cabezal y columnas laterales. Debajo del marco no hay elementos estructurales que le ayuden a soportar las cargas, en ocasiones los marcos tienen muros divisorios de materiales ligeros o de mampostería pero desligados del marco que no contribuyen a la capacidad de resistencia de la estructura.



Figura A-5. Columnas y traves de acero estructural

SMex_Marcos_05

Descripción: Marcos de acero contraventeado. Sistema estructural construido principalmente por marcos de acero que se forman por la combinación vigas horizontales que forman el cabezal y columnas laterales. El marco está reforzado exteriormente por uno o varios elementos diagonales también de acero (contraventeos) que unen las equinas contrarias superior e inferior del marco, para darle a éste mayor resistencia lateral.



Figura A-6. Columnas y traves de acero estructural con diagonales de acero

SMex_Marcos_06

Descripción: Marcos de acero con muros de concreto. Estructuras basadas principalmente en marcos de acero (combinación de columnas y vigas) y muros de concreto reforzado. Las cargas de gravedad son transportadas por las columnas y las fuerzas sísmicas laterales son resistidas por los marcos y muros.



Figura A-7. Columnas y traves de acero estructural con muros de concreto

LOSAS PLANAS***SMex_LosaPlana_01***

Descripción: Losas planas de concreto con columnas de concreto. Estructuras que no tienen trabes o vigas en su sistema estructural, así que su sistema de piso está apoyado directamente sobre las columnas de concreto reforzado fabricadas en situ. Estas estructuras son flexibles y vulnerables a acciones sísmicas.

SMex_LosaPlana_02

Descripción: Losas planas de concreto con columnas y muros de concreto. Estructuras que no tienen trabes o vigas en su sistema estructural, así que su sistema de piso está apoyado directamente sobre las columnas y muros de concreto reforzado fabricados en situ.

SMex_LosaPlana_03

Descripción: Losas planas de concreto con columnas y muros de concreto con contraventeo. Estructuras que no tienen trabes o vigas en su sistema estructural, así que su sistema de piso está apoyado directamente sobre las columnas y muros de concreto reforzado fabricadas en situ. El sistema está reforzado exteriormente por uno o varios elementos diagonales de acero (contraventeos) que unen las equinas contrarias superior e inferior de las columnas de concreto de un entrepiso a otro, para darle a éste mayor resistencia lateral.

SMex_LosaPlana_04

Descripción: Losas planas de concreto con muros de concreto. Sistema estructural que está formado principalmente por muros de concreto reforzado fabricados en situ y que su sistema de piso está apoyado directamente sobre muros de concreto.



Figura A-8. Losas planas de concreto con columnas de concreto: Izq. losa plana y Der. losa reticular

ESTRUCTURA PREFABRICADA***SMex_Prefabricada_01***

Descripción: Estructura prefabricada de concreto. Sistema estructural hecho a base de piezas (trabes, columnas, muros, etc.) de concreto armado, las cuales tienen la característica de ser fabricadas en serie fuera de su ubicación final y de su posición definitiva. Las piezas se conjuntan mediante maniobras de montaje precisa y llegan a conformar el todo o la mayor parte de un edificio o construcción.



Figura A-9. Estructuras prefabricadas

INDUSTRIALES CON CUBIERTA LIGERA***SMex_Industrial_01***

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros pequeños no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia no mayor de 7m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_02

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros pequeños rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia no mayor de 7m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_03

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros medianos no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia entre 7m y 12m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_04

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros medianos rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia entre 7m y 12m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_05

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros grandes no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia mayor de 12m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero.

SMex_Industrial_06

Descripción: Industrial con cubierta ligera con claros grandes rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es ligera y está constituida por alguno de los siguientes materiales: lámina metálica, lámina traslúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia mayor de 12m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).



Figura A-10. Industriales de cubierta ligera: Izq. no rigidizada y Der. rigidizada

INDUSTRIALES CON CUBIERTA PESADA

SMex_Industrial_07

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros pequeños no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia no mayor de 7m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_08

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros pequeños rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia no mayor de 7m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_09

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros medianos no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia entre 7m y 12m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_10

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros medianos rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia entre 4m y 8m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).

SMex_Industrial_11

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros grandes no rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia mayor de 12m. Estas estructuras no están reforzadas lateralmente con algún elemento estructural como pueden ser muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero.

SMex_Industrial_12

Descripción: Industrial con cubierta pesada con claros grandes rigidizada. Este sistema estructural es principalmente para naves industriales de diversos materiales (acero, concreto, mampostería, etc.) su estructura está hecha a base de marcos (vigas y columnas). Su cubierta es pesada y está constituida por alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y láminas tipo losa acero con capa de compresión de concreto, entre otros. La longitud de los claros que cubren los marcos principales es de una distancia mayor de 12m. Los marcos de estas estructuras están reforzados con elementos estructurales como muros (concreto, acero, mampostería, etc.) o diagonales de acero (contraventeos).



Figura A-11. Industriales de cubierta pesada: Izq. no rigidizada y Der. rigidizada

APÉNDICE A2.1.1.15.-b**BASES TÉCNICAS PARA EL CÁLCULO DE LA PRIMA DE RIESGO Y DE LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE HURACÁN Y OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS**

La prima de riesgo y la pérdida máxima probable correspondiente a la cartera de pólizas en vigor de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, deberán estimarse mediante el procedimiento técnico e información que se indican a continuación.

PARTE I**DE LAS BASES TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PRIMA DE RIESGO Y LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE PARA LOS SEGUROS DE HURACÁN Y/U OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS****Capítulo 1: Peligros hidrometeorológicos en México****1.- Generalidades**

La estimación de las pérdidas asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos se realiza a través de perturbaciones de las trayectorias de los huracanes históricos o de la simulación de eventos para el caso de granizo, inundación, maremoto, lluvia local y viento no huracanado. Estos huracanes perturbados o eventos simulados generan mapas de peligro o amenaza que junto con la evaluación de la vulnerabilidad de cada una de las construcciones de la cartera permite obtener el valor de las pérdidas.

En este capítulo se describen las variables que definen el peligro de cada uno de los fenómenos hidrometeorológicos considerados, así como la forma de generar las perturbaciones y eventos simulados.

1.1 Marea de Tormenta

Para determinar la sobreelevación del agua por marea de tormenta, η , se emplea la ecuación simplificada:

$$\eta = \frac{P_a}{100} + \frac{Kw^2x}{g(h-\eta)} \ln\left(\frac{h}{\eta}\right) \quad (1.1)$$

Donde $P_a[mb]$ es el gradiente de presión atmosférica en el punto de evaluación (playa) respecto a la presión normal, $x[m]$ es la distancia entre la pared del huracán y el sitio de interés (playa), w es el componente normal de velocidad del viento a la playa en m/s , $g[m/s^2]$ es la aceleración de la gravedad, $h[m]$ es la profundidad del mar en el ojo del huracán (si la profundidad es mayor a 200 m se toma este valor como umbral) y K es el coeficiente de arrastre del aire dado por:

$$K = \frac{\rho_{aire}}{\rho_{agua}} C_D \quad (1.2)$$

donde ρ_{aire} y ρ_{agua} son los pesos específicos relativos del aire y del agua, respectivamente, y C_D es un coeficiente cuyo valor está entre 2×10^{-6} a 9×10^{-6} (para el caso de huracanes se emplea 9×10^{-6}).

1.2 Viento

Viento generado por huracanes

Para determinar la velocidad máxima en el sitio de interés asociada a cada huracán se emplea un modelo paramétrico de viento que depende de la posición del ojo del huracán, de la presión central, $P_0[mb]$, y del radio ciclostrofico, $R[km]$. Los dos primeros parámetros se encuentran en los boletines climatológicos; el radio ciclostrofico se calcula como:

$$R = 0.4785P_0 - 413.01 \quad (1.3)$$

Hasta 1979, en algunos reportes meteorológicos se omitió la presión central. En estos casos se emplearon las siguientes ecuaciones para su cálculo:

$$P_0 = 1019.08 - 0.182V_v - 0.0007175V_v^2 \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.4)$$

$$P_0 = 1017.45 - 0.1437V_v - 0.00088V_v^2 \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.5)$$

En donde $[km/h]$ es la velocidad máxima de viento sostenida contenida en los boletines meteorológicos.

El modelo paramétrico calcula, primero, para un huracán en movimiento, la velocidad del viento sostenida promediada cada ocho minutos, $V_m[km/h]$, en el sitio de interés ubicado a la distancia $r[km]$ del centro del huracán, evaluada a diez metros sobre el nivel del mar:

$$V_m = 0.886(F_v U_R + 0.5V_F \cos(\theta + \beta)) \quad (1.6)$$

donde $V_F[km/h]$ es la velocidad de desplazamiento del huracán, $\theta + \beta$ es el ángulo formado por la dirección de desplazamiento del huracán y el punto de interés a la distancia r , $U_R[km/h]$ es el máximo gradiente de vientos para un huracán en estado estacionario que se calcula como:

$$U_R = 21.8\sqrt{P_N - P_0} - 0.5fR \quad (1.7)$$

donde P_N es la presión normal (igual a 1013 mb) y f es el parámetro de la fuerza de Coriolis,

$$f = 2\omega \sin\phi \quad (1.8)$$

donde $\omega \approx 0.2816 \text{ rad/hr}$ es la velocidad angular de la tierra, y ϕ es la latitud,

$$F_v = U_r/U_R \quad (1.9)$$

es un factor de amortiguamiento o la relación de la velocidad de viento a la distancia r entre el máximo gradiente de vientos (en la pared del huracán), y se aproxima mediante el siguiente polinomio:

$$\log_{10}(F_v) = aX + bX^2 + cX^3 + dX^4 \quad (1.10)$$

donde

$$X = \log_{10}(r/R) \quad (1.11)$$

y a , b , c y d son coeficientes que se obtienen de la Tabla 1.1 y están en función de X y del número de Coriolis ciclostrófico,

$$Nc = \frac{fR}{U_R} \quad (1.12)$$

Tabla 1.1 Parámetros a , b , c y d para el cálculo de la expresión (1.10)

	$X \leq 0$	$X > 0$	
		$Nc \leq 0.005$	$Nc > 0.005$
a	-0.233	$0.033 - 16.1Nc + 161.9Nc^2$	$-0.175 - 0.76Nc + 11.7Nc^2 - 28.1Nc^3 + 17Nc^4$
b	-12.91	$-0.43 + 38.9Nc - 316Nc^2$	$0.235 + 2.71Nc - 67.6Nc^2 + 189Nc^3 - 155Nc^4$
c	-19.38	$0.113 - 28.6Nc + 71.1Nc^2$	$-0.468 - 9Nc + 87.8Nc^2 - 224Nc^3 + 183Nc^4$
d	-8.311	$1.818Nc + 80.6Nc^2$	$0.082 + 3.33Nc - 26Nc^2 + 63.8Nc^3 - 51.4Nc^4$

El modelo descrito previamente nos permite calcular la velocidad de viento a 10 m sobre la superficie del mar y promediada a cada ocho minutos, por lo que es necesario realizar correcciones para estimar la velocidad de viento promediada cada minuto ($V_c[km/h]$), tal como se reporta en los boletines meteorológicos. Para ello se utilizan las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.0012V_m^2 + 1.1114V_m \quad (\text{Océano Atlántico}) \quad (1.13)$$

$$V_c = 0.002V_m^2 + 0.9953V_m \quad (\text{Océano Pacífico}) \quad (1.14)$$

Con el objetivo de tomar en cuenta la variación de la velocidad de viento en tierra, se calculó una expresión que permite reproducir la velocidad de viento registrada en las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) de la Comisión Nacional del Agua (CNA) (promediada a cada 5 segundos) a partir de la velocidad de viento calculada con el modelo paramétrico. La expresión obtenida es la siguiente:

$$Vv = Vc \exp(-0.0043r) \quad (1.15)$$

Para las trayectorias de los huracanes que ingresan a territorio nacional cuyo ojo se localice en tierra firme por arriba de los 200 metros de elevación del terreno, la velocidad obtenida con la ecuación 1.15 debe corregirse con un factor de atenuación de la velocidad que considere el efecto de las montañas y cordilleras, F_M , para ello se debe emplear una expresión empírica que tome en cuenta las características de elevación del terreno.

Para calcular la velocidad de viento para una ubicación tomando en cuenta el efecto de las montañas y cordilleras, de la fricción con la superficie del terreno y la topografía local, se emplea la siguiente expresión:

$$V = F_M F_T F_\alpha Vv \quad (1.16)$$

donde F_M es el factor de montañas y cordilleras, F_T es el factor de topografía local indicado en la Tabla 1.2 y

$$F_\alpha = F_c F_{rz} \quad (1.17)$$

es el factor que toma en cuenta tanto el tamaño de la construcción, dado por F_c (que varía de 0.9 a 1.0), como la variación de la velocidad con la altura dada por F_{rz} :

$$F_{rz} = 1.56 \left(\frac{10}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } Z \leq 10$$

$$F_{rz} = 1.56 \left(\frac{Z}{\delta} \right)^\alpha \quad \text{si } 10 < Z < \delta$$

$$F_{rz} = 1.56 \quad \text{si } Z \geq \delta \quad (1.18)$$

donde $Z[m]$ es la altura a la cual se desea determinar la velocidad y α y δ son constantes para los tipos de terreno más representativos de nuestro país contenidos en la Tabla 1.3.

Tabla 1.2 Factor de topografía

Sitio	Topografía	F_T
Protegido	Valles cerrados	0.8
Plano	Terreno prácticamente plano, campo abierto, ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores que 5%	1.0
Expuesto	Cimas de promontorios, colinas o montañas, islas, terrenos con pendientes mayores que 5%	1.2

Tabla 1.3 Valores de α y δ para los tipos de terreno más comunes en México

Tipo	Descripción	α	$\delta(m)$
1	Campo abierto plano (terreno abierto, prácticamente plano y sin obstrucciones, tal como franjas costeras planas, zonas de pantanos, campos aéreos, pastizales, tierras de cultivo sin bardas alrededor y superficies nevadas planas)	0.099	245
2	Árboles o construcciones dispersas (campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como bardas, árboles y construcciones dispersas)	0.128	315
3	Arbolado, lomeríos, barrio residencial (terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas, por ejemplo áreas urbanas, suburbanas y de bosques; el tamaño de las construcciones corresponde al de casas y viviendas)	0.156	390
4	Muy accidentada, centro de ciudad (terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas como el centro de grandes ciudades y complejos industriales bien desarrollados)	0.170	455

Viento generado por otros fenómenos hidrometeorológicos

Siguiendo los mismos criterios que para vientos generados por huracanes, se generan eventos que reproducen los datos de vientos históricos de las estaciones climatológicas. Estos eventos son importantes tanto para reproducir vientos de baja magnitud pero de alta frecuencia en zona de huracanes como para reproducir el campo de viento total en las otras zonas del país.

1.3 Lluvia local

Es el peligro causado por exceso de lluvia sin que esté relacionado con el desborde de ríos o embalses; se debe a que el escurrimiento y drenaje locales son incapaces de absorber la lluvia produciéndose inundaciones locales de pequeña magnitud.

Lluvia local generada por huracanes

Para determinar la precipitación ocasionada por huracán se emplea la expresión empírica siguiente:

$$P_{10} = FCv \left[\frac{122.15}{1 + 523.59 \cdot \text{Exp}(-0.1412 \cdot R)} \right] \quad \text{si } R \leq 37\text{km}$$

$$P_{10} = FCv [36.52 - 34.40 \cdot \text{Exp}(-0.1412 \cdot R^{-1.9193})] \quad \text{si } R > 37\text{km}$$
(1.19)

donde $P_{10}[mm]$ es la precipitación promedio de 10 minutos, $R[km]$ es la distancia del centro del huracán al punto de interés y FCv es el factor de corrección que toma en cuenta la intensidad del huracán mediante la velocidad que se obtiene como:

$$FCv = \frac{a}{[1 + \text{Exp}(b - c \cdot Vv)]^{1/d}}$$
(1.20)

Donde $Vv[m/s]$ es la velocidad máxima del viento del huracán y los parámetros a , b , c y d son factores de ajuste los cuales se han obtenido de calibraciones con los registros de lluvia disponibles.

Para la determinación de la lámina de inundación por lluvia local se toman en cuenta de manera aproximada el escurrimiento e infiltración del suelo, la topografía local y el drenaje urbano.

1.4 Maremoto

La historia de la sismicidad en México indica que los sismos con potencial tsunamigénico para la costa occidental tienen magnitud mayor que siete y son los que ocurren en la zona de contacto interplaca localizada entre la costa y la Trinchera Mesoamericana (Figura 1.1).

Para la determinación de las áreas de inundación costera y sus respectivas alturas de ola se emplean modelos de propagación de ondas en aguas someras para los cuales se divide el problema en dos procesos: el de generación y el de propagación y arribo.

Generación

La condición inicial del tsunami consiste en prescribir una deformación vertical instantánea de la superficie del mar suponiendo que esta es igual a la deformación vertical cosísmica del lecho marino. Para ello se usan modelos de ruptura sísmica, que deben considerar parámetros de rigidez del material en la falla, área de ruptura y dislocación de la falla.



Figura 1.1 Zonas de sismos tsunamigénicos en México

Propagación y arribo

Para la altura máxima de ola se empleó el modelo no-lineal de propagación resultado de la aplicación de las ecuaciones de movimiento no-lineales para aguas someras integradas verticalmente (ecuaciones 1.21 y 1.22) y la ecuación de continuidad (ecuación 1.23) sin el término de efecto Coriolis:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{UV}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} U \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.21)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{UV}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{V^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gm^2}{D^{7/3}} V \sqrt{U^2 + V^2} = 0 \quad (1.22)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (1.23)$$

Donde η representa el desplazamiento vertical de la superficie del agua respecto al nivel en reposo, g es la aceleración gravitacional, $D = (\eta + h)$ representa la profundidad instantánea de la columna de agua donde h es la profundidad media, U y V son los gastos en las direcciones longitudinal (x) y latitudinal (y), respectivamente, y m es el parámetro de rugosidad de Manning (se considera constante e igual a 0.025).

Para simular adecuadamente la altura del tsunami en la costa y su penetración tierra adentro es necesario incluir los términos no lineales en el conjunto de ecuaciones 1.21 a 1.23. La inclusión de estos términos requiere de una batimetría de alta resolución costera, misma que no está disponible a la fecha para la mayor parte de la costa occidental de México. Por ello, se obtuvo una aproximación de la altura del tsunami en la costa, η_2 , a partir de la altura del tsunami calculada para la isóbata de 100, aplicando la ecuación siguiente:

$$\eta_2 = \eta_1 \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^{1/4} \quad (1.24)$$

Donde η_1 es la altura del tsunami aguas adentro sobre la isóbata 100, η_1 es la profundidad aguas adentro y η_2 es la profundidad cerca de la costa.

La solución se obtuvo resolviendo analíticamente la ecuación de onda para una ola que se propaga en una batimetría con pendiente constante. En este caso la ecuación 1.24 queda en función de un factor de amplificación: $\eta_2 = 2.73\eta_1$.

Modelo de Granizo

Se establece como medida de la intensidad de una tormenta de granizo la energía cinética por unidad de área. Esto corresponde a una medida tanto de la velocidad con que cae el granizo como de su tamaño.

Dado que no existe una manera directa de medir la energía cinética muchos estudios han propuesto relaciones de esta medida con otras más fáciles de determinar. Es posible establecer relaciones de la energía cinética con la reflectividad captada durante una tormenta por un radar Doppler. De acuerdo con estos estudios al determinar mapas de reflectividad, $Z[mm^6mm^{-3}]$, se puede obtener el flujo de energía cinética, $\dot{E}$, empleando la siguiente relación empírica:

$$\dot{E}(x, y, t) = 5 \times 10^{-6} \times Z^{0.84} (J/m^2s) \quad (1.25)$$

La energía cinética, $E_k[Jm^{-2}]$, se obtiene integrando la ecuación (1.25):

$$E_k = \int_{t_0}^{t_1} \int_{y_0}^{y_1} \int_{x_0}^{x_1} \dot{E}(x, y, t) dx dy dt \quad (1.26)$$

donde t_0 y t_1 son los instantes de inicio y final de la tormenta, y x_0, x_1 y y_0, y_1 son los elementos del radar en una resolución de 0.5×0.5 km.

La curva de excedencia de intensidad se puede representar de la siguiente manera:

$$\lambda(E) = \begin{cases} \lambda_0 e^{\frac{E-E_0}{\alpha}} & \text{si } E_0 \leq E < E_U \\ \lambda_0 e^{\frac{E_U-E_0}{\alpha}} & \text{si } E \geq E_U \end{cases} \quad (1.27)$$

donde λ_0 es la tasa de excedencia anual de E_0 , que es la mínima intensidad, E_U es la intensidad máxima posible, y α es un parámetro que para el caso de México es $\alpha = 79.5$.

Las tormentas de granizo usualmente se extienden unos cuantos kilómetros cuadrados, casi siempre menos que la extensión de los municipios que afecta. En ese sentido es necesario considerar una atenuación de la intensidad de las tormentas de granizo en función de la distancia de manera que se pueda determinar un área de influencia. Se aplicó la siguiente función de atenuación de la intensidad

$$E(r) = E_{k0} \cdot \exp(-kr^h) \quad (1.28)$$

que es una función decreciente con tasa exponencial donde E_{k0} es la intensidad en el centro de la tormenta (la máxima), r es la distancia del punto donde nos interesa conocer la intensidad respecto del centro de la tormenta, y k y h son parámetros que determinan el perfil de la curva.

1.6 Modelo de Inundación

El peligro de inundación por exceso de lluvia se relaciona directamente con la precipitación pluvial en la cuenca donde se ubica el inmueble asegurado y las características de la topografía del terreno circundante. Por lo tanto, el procedimiento utilizado para determinar los escurrimientos a partir de la precipitación que los origina está basado en un modelo de lluvia-escurrimiento; así, la secuencia metodológica del sistema de estimación de riesgo por inundación divide la evaluación del peligro en un análisis hidrológico y en otro hidráulico.

El análisis hidrológico incluye el estudio de la precipitación en la cuenca donde se localiza el inmueble asegurado y su relación con el escurrimiento que habrá de concentrarse en las obras de drenaje o las corrientes naturales. El análisis hidráulico se refiere al comportamiento en el tiempo del caudal obtenido con el análisis hidrológico, al transitar por el drenaje o los cauces fluviales.

Para conocer la cantidad de precipitación en una cuenca dado un escenario de lluvia, se calcula la media aritmética de las alturas de precipitación, P_m ,

$$P_m = \frac{1}{A} \int_A P(x, y) dA \quad (1.29)$$

donde $P(x, y)$ es la precipitación por unidad de área y A es el área de la cuenca analizada.

El volumen de precipitación que sobrepasa la capacidad de la sección de un cauce natural dado un escenario de lluvia, se derramará hacia la llanura circundante al punto de desbordamiento, dando lugar a una inundación que afectará los inmuebles localizados en el sitio. Este volumen de inundación se calcula con la diferencia entre el gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río, y el gasto que puede fluir por la sección del cauce natural dadas sus propiedades geométricas.

El gasto que escurre hasta un punto analizado en el cauce del río se calcula de la siguiente manera:

$$Q_p = \frac{2V_{ed}}{t_b} \quad (1.30)$$

donde: Q_p es el gasto de pico que escurrirá hacia el punto analizado en el cauce del río; V_{ed} es el volumen de escurrimiento directo en el punto analizado, el cual depende del coeficiente de escurrimiento para el área drenada y el área de la cuenca; t_b es el tiempo de base para el hidrograma unitario que contiene el gasto pico.

El gasto que puede fluir por la sección de un cauce natural dada su geometría, se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot R_{Río}^{2/3} \cdot A_{Río} \quad (1.31)$$

donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning, S es la pendiente longitudinal del cauce, $R_{Río}$ es el radio hidráulico y $A_{Río}$ es el área de la sección transversal.

La diferencia entre los gastos calculados con las ecuaciones 1.30 y 1.31 corresponde al gasto en exceso que sobrepasa la capacidad de la sección del cauce natural y que ocasionará inundación en el terreno circundante.

Para determinar el área de terreno inundada durante un escenario de lluvia y el tirante de inundación, se emplean ecuaciones de conservación de cantidad de movimiento y continuidad; en ellas las velocidades corresponden a su valor promedio en la vertical.

Las ecuaciones dinámicas que describen la conservación de cantidad de movimiento son:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{n^2 |u| u}{h^3} = -\frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial x} \quad (1.32)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{n^2 |v| v}{h^3} = -\frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial z}{\partial y} \quad (1.33)$$

en donde u y v son las componentes de la velocidad en las direcciones x y y respectivamente, n es el coeficiente de rugosidad según la fórmula de Manning, h es el nivel de la superficie libre del agua con respecto al nivel del terreno natural y t es el tiempo.

El principio de la conservación de masa (ecuación de continuidad) en dos dimensiones horizontales establece que:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} u h + \frac{\partial}{\partial y} v h = 0 \quad (1.34)$$

El área (en proyección horizontal) de la llanura a inundarse se divide en celdas de forma rectangular de largo Δx y ancho Δy . Para calcular el flujo de agua en una planicie de inundación se debe resolver el sistema de ecuaciones diferenciales formado por las expresiones 1.32, 1.33 y 1.34 considerando condiciones iniciales y de frontera.

1.7 Escenarios o eventos

Para poder realizar correctamente los cálculos de las distribuciones de probabilidad de pérdida se debe recurrir al concepto de “evento”. Los eventos están constituidos por el paso de huracanes, tormentas y otras amenazas.

Simulación de Huracanes para estimar pérdidas

El registro de huracanes que han afectado nuestro país data de finales del siglo XIX. Sin embargo, no es sino hasta mediados del siglo XX que se dispone de registros de sus trayectorias completas y de parámetros indicativos de su severidad, tales como la presión barométrica en el ojo o la velocidad ciclotrónica. En estas condiciones, la base de datos útiles de huracanes es limitada por lo que fue necesario extenderla, mediante la generación (simulación) de huracanes artificiales. Conviene señalar que, en el futuro, la base de datos de huracanes históricos se deberá complementar con los nuevos eventos de cada año a medida que se vayan registrando.

Para generar huracanes artificiales, se debe utilizar el método de perturbar las trayectorias de huracanes reales que hayan sido correctamente registrados.

Para simular la trayectoria del huracán artificial se debe precisar la posición del ojo mediante sus coordenadas geográficas de longitud y latitud, $x_s(t_k)$ y $y_s(t_k)$, respectivamente, en cada instante de tiempo k . El proceso de simulación se debe realizar con la siguiente expresión, aplicable al caso de la longitud, y con un procedimiento similar para el caso de latitud:

$$x_s(t_{k+1}) = x_s(t_k) + \Delta X_{k,k+1} + e \quad (1.35)$$

donde $x_s(t_{k+1})$ es la longitud en el instante $k + 1$, $x_s(t_k)$ es la longitud en el instante k , $\Delta X_{k,k+1}$ es el incremento observado entre los instantes k y $k + 1$ y e es una variable aleatoria con distribución normal de media cero y desviación estándar $\sigma = 0.5^\circ$. Este valor de desviación se obtuvo a partir de todos los huracanes perturbados y de comparar los resultados arrojados por el modelo de viento con los datos de todas las estaciones climatológicas, dado que no hay datos para comparar elevaciones de marea. Con esto asumimos que si los huracanes simulados reproducen adecuadamente las observaciones de viento es de esperarse que sean también adecuados para marea de tormenta.

Capítulo 2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o propensión de los bienes expuestos a ser dañados por el efecto de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad se expresa en términos del valor de reparación del daño causado a un sistema expuesto, normalizado con respecto al costo de la reconstrucción total. En vista de esto, la función de vulnerabilidad toma valores entre cero y uno.

2.1 Daño esperado dada la intensidad

Viento

La forma general de las funciones de vulnerabilidad utilizadas para obtener el valor esperado de la pérdida por viento, β , dada una intensidad V , está dada por:

$$E[\beta/V] = 1 - 0.5 \left(\frac{V}{\gamma} \right)^\rho \quad (2.1)$$

donde $V[km/h]$ es la velocidad del viento y γ y ρ son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales considerando sus distintas características. El valor de estos parámetros está sujeto a modificaciones y ajustes en la medida en que se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del viento.

Granizo

Se usa la misma forma general de la función de vulnerabilidad que para viento:

$$E[\beta/E_k] = 1 - 0.5 \left(\frac{E_k}{\gamma} \right)^\rho \quad (2.2)$$

donde E_k representa la energía cinética y γ y ρ son los parámetros que definen la forma de las funciones de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales. En la Figura 2.1 se presenta un ejemplo de este tipo de funciones para el caso de granizo. Al igual que para viento, estos parámetros deberán modificarse en la medida en que se tenga información y se conozca mejor el comportamiento de los diferentes sistemas estructurales y sus contenidos ante la acción del granizo.

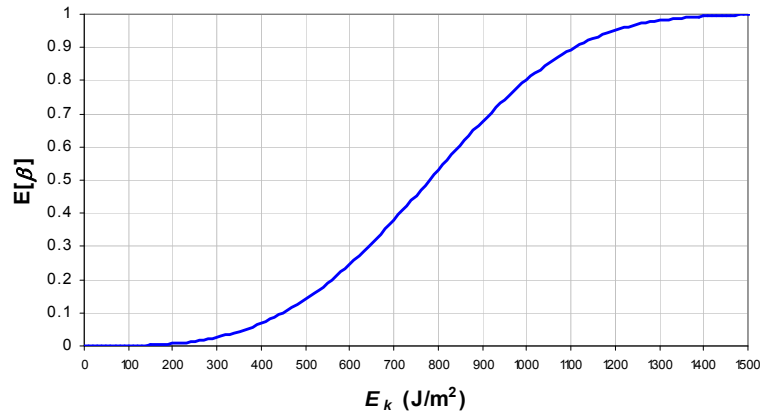


Figura 2.1 Función de vulnerabilidad tipo para edificios y contenidos

Marea de tormenta, lluvia, inundación y maremoto

Para inmuebles de un solo nivel, la expresión que representa el valor esperado de daño por inundación cualquiera que sea la causa es la siguiente función:

$$E(\beta|T) = aT^3 + bT^2 + cT \quad (2.3)$$

donde $T[m]$ es el tirante de inundación para el sitio analizado y a , b , y c son constantes que definen la función para diferentes tipos de usos.

Para inmuebles de varios niveles, se extrapoló la función de daño anterior suponiendo que los valores y la densidad de contenidos se mantendrán constantes con el número de niveles. De esta forma se obtuvo una expresión general para cualquier número de niveles y para cualquier tirante de inundación:

$$E(\beta|T) = \frac{\delta_{N1max}(N_{st}-1) + \delta_{N1T}}{N_T} \quad (2.4)$$

donde δ_{N1max} es el daño calculado usando la ecuación (2.3) para tirante máximo, δ_{N1T} es el daño calculado con la misma ecuación para un tirante T sobre los niveles completamente inundados, N_T es el número total de niveles y N_{st} es el nivel donde se encuentra la superficie de inundación del agua.

Con la aplicación de la ecuación (2.4) se obtuvieron las curvas de daño para cualquier número de niveles en función de las curvas obtenidas para un nivel. Al igual que la expresión para un nivel, esta ecuación tiene como límite de aplicación la altura máxima del inmueble y a partir de este valor la pérdida es constante. En la Figura 2.2 se muestra un ejemplo de las funciones para uno, dos y tres niveles de un hotel tipo.

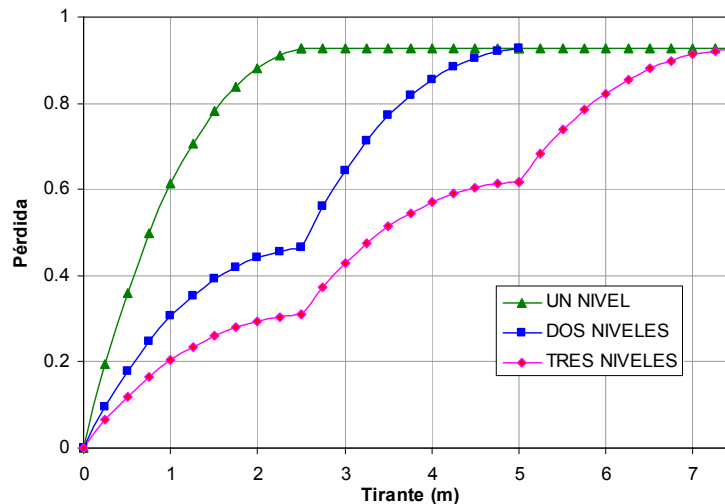


Figura 2.2 Función de vulnerabilidad ante inundación para un hotel tipo de uno, dos y tres niveles

2.2 Densidad de probabilidad del daño en una edificación

Se considera que las relaciones de vulnerabilidad no son deterministas, por lo que se supuso que, dada una intensidad de viento, granizo o cualquier tipo de inundación, el daño bruto β es una variable aleatoria cuyo valor esperado (el valor medio) está dado por las ecuaciones de la sección anterior. La densidad de probabilidades del daño en la estructura se supondrá de tipo Beta, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$p_{\beta}(\beta) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} \beta^{a-1} (1-\beta)^{b-1} \quad (2.5)$$

donde a y b son parámetros que pueden calcularse a partir de la media y el coeficiente de variación del daño, $C(\beta)$, de la siguiente manera:

$$a = \frac{1-E(\beta)-E(\beta)C^2(\beta)}{C^2(\beta)} \quad (2.6)$$

$$b = a \left[\frac{1-E(\beta)}{E(\beta)} \right] \quad (2.7)$$

$$C^2(\beta) = \frac{\sigma_{\beta}^2(\beta)}{E^2(\beta)} \quad (2.8)$$

Donde $\sigma_{\beta}^2(\beta)$ es la varianza de la pérdida.

Existe poca información para determinar la varianza (o el coeficiente de variación) del daño bruto. Se sabe, sin embargo, que cuando el valor esperado de la pérdida es nulo la dispersión también lo es. De igual forma, cuando el valor esperado de la pérdida es total, la dispersión es también nula.

Se utilizó para calcular la varianza condicional de la pérdida la siguiente expresión:

$$\sigma_{\beta}^2(\beta) = Q(E(\beta))^{r-1} (1-E(\beta))^{s-1} \quad (2.9)$$

donde

$$Q = \frac{V_{\max}}{D_0^{r-1} (1-D_0)^{s-1}} \quad (2.10)$$

$$s = \frac{r-1}{D_0} - r + 2 \quad (2.11)$$

$V_{\max}$, D_0 y r son parámetros que dependen del tipo estructural: $V_{\max}$, es la varianza máxima y D_0 es el nivel de daño para el que ocurre esta varianza máxima.

Una vez determinados $E(\beta)$ y $\sigma^2(\beta)$ queda completamente definida la distribución de probabilidades del daño bruto de una edificación.

Capítulo 3: Estimación de pérdidas para fines de seguros

3.1 Conceptos generales

En esta sección se describen los conceptos generales de los procedimientos para evaluar pérdidas netas en carteras de compañías de seguros sometidas a la acción de varios peligros.

El esquema general de cálculo se describe en el siguiente diagrama de flujo. En los incisos siguientes se presentarán los procedimientos para llevar a cabo los cálculos que se indican en el diagrama. El ciclo más externo del diagrama corresponde a cada uno de los peligros considerados; le siguen los escenarios de cada peligro, las pólizas y por último las ubicaciones. Para estas últimas se calculan las funciones de distribución de pérdida (fdp) bruta y neta (P_{N1}); en ciclos más externos se obtiene la correspondiente fdp para pólizas colectivas (P_{N2}) y para cada escenario (P_{NE}), mismas que se utilizan para determinar las pérdidas asociadas a toda la cartera.

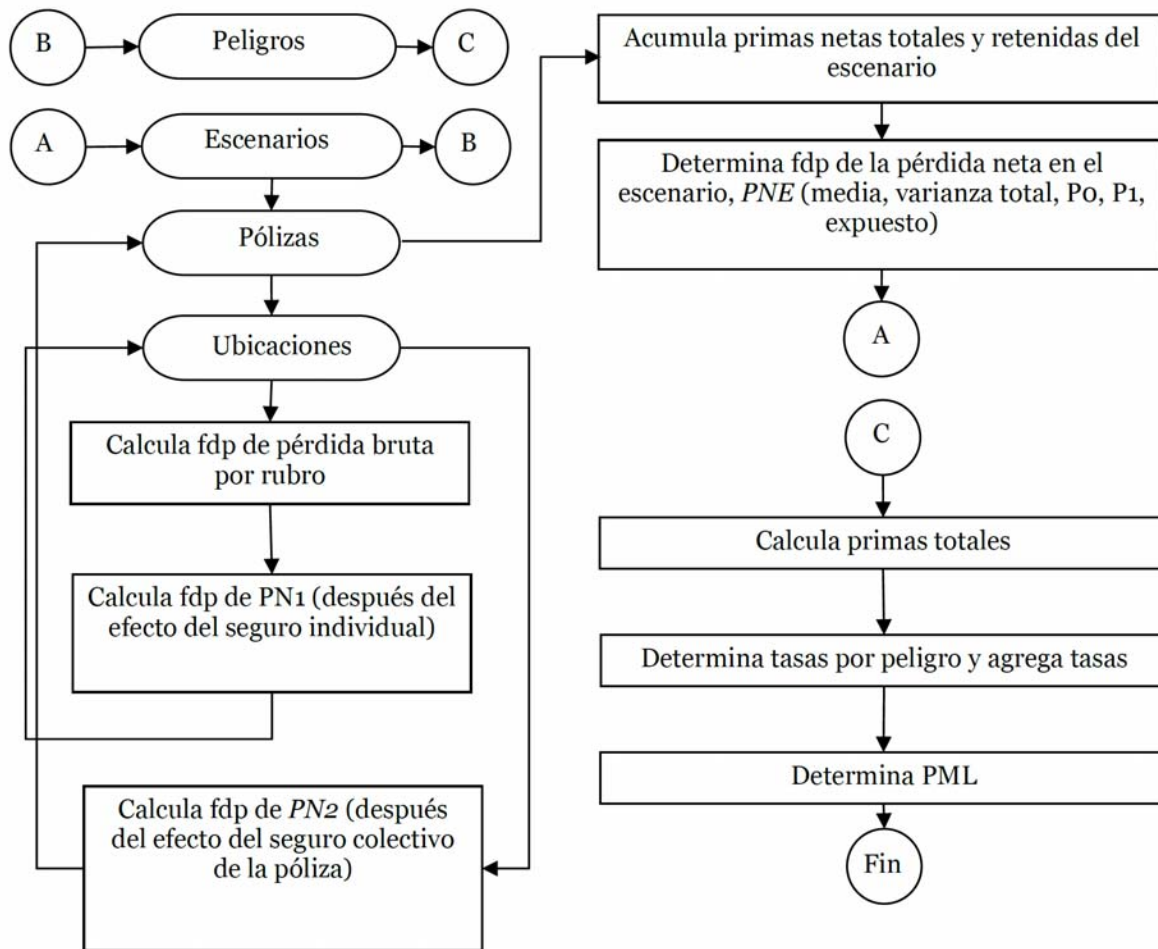


Figura 3.1 Diagrama de flujo general del cálculo de pérdidas ante múltiples fenómenos hidrometeorológicos

Se supone que, como se ha señalado, cada peligro hidrometeorológico se encuentra caracterizado por diversos *escenarios o eventos*, cada uno de ellos con una probabilidad anual de ocurrencia. En general, cada peligro se considera de manera independiente, salvo el caso de huracanes donde se producen tres tipos de pérdidas simultáneas: viento, marea de tormenta e inundación local por lluvia (sin considerar inundación por desborde de ríos, lagunas o presas).

La cartera de una compañía de seguros estará, en general, formada por una o más pólizas, y cada póliza por una o más ubicaciones. En la siguiente sección se describen los tipos de póliza considerados, dependiendo de las modalidades de operación del seguro en cada uno de ellos.

3.2 Tipos de póliza considerados

Como ya se indicó en el inciso 3.1, los cálculos sobre las pólizas deben realizarse para cada uno de los escenarios de todos los peligros y cada uno de los escenarios del mismo.

3.2.1 Pólizas individuales

Se trata del caso más común y más simple: a cada póliza corresponde una sola ubicación, por lo que el proceso de ajuste de las pérdidas se lleva a cabo individualmente para cada inmueble en cada uno de los cuatro rubros (edificio, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso). El proceso de ajuste de las pérdidas, es decir, el proceso mediante el que se calcula la pérdida neta total para la compañía de seguros asociada a la póliza, se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta por rubro para cada ubicación.
- 2) Se determina la pérdida neta por rubro en cada ubicación mediante la aplicación del efecto del deducible, coaseguro, límite de primer riesgo y retención individual correspondientes a cada rubro. Se hace notar que la retención es única, es decir, el porcentaje de retención es igual para todos los rubros.
- 3) Se suman las pérdidas netas para todas las ubicaciones y rubros.

3.2.2 Pólizas colectivas agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que ampara a un grupo de ubicaciones probablemente numeroso y disperso geográficamente. No existen, en este tipo de póliza, deducibles, coaseguros, retenciones o límites de primer riesgo individuales ni por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se suman las pérdidas brutas de todas las ubicaciones y rubros amparadas por la póliza.
- 3) Para determinar la pérdida neta para la compañía de seguros, se aplica sobre esta suma de pérdidas el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluyen sus retenciones y límites.

3.2.3 Pólizas colectivas semi-agrupadas

Se trata de una póliza con cobertura en capas que cubre las pérdidas que resultan en un grupo de ubicaciones después de la aplicación de deducibles y coaseguros individuales y por rubro. El proceso de ajuste de las pérdidas en este caso se lleva a cabo de la siguiente manera:

- 1) Se determina la pérdida bruta para cada ubicación y rubro.
- 2) Se determina la pérdida semi-neta en cada ubicación y rubro mediante la aplicación del efecto de deducible y coaseguro individuales; no existen, para este tipo de póliza, límites de primer riesgo ni retenciones individuales.
- 3) Se suman las pérdidas semi-netas de todas las ubicaciones amparadas por la póliza.
- 4) Sobre esta suma de pérdidas semi-netas se aplica el efecto de una cobertura formada, en general, por una estructura de capas que incluye retenciones y límites.

3.3 Cálculo de pérdida bruta de una edificación individual y para un rubro específico

En general, las pérdidas que se presentan durante un escenario hidrometeorológico en una ubicación dependen de las experimentadas en edificio, contenidos, consecuencias y bienes bajo convenio expreso. Llamaremos β_E , β_C , β_S y β_B , a las pérdidas brutas que se presentan en los rubros respectivos, expresadas como una fracción de los valores asegurados correspondientes. Llamaremos a las pérdidas así expresadas *pérdidas relativas*.

Supondremos que la pérdida bruta en un rubro específico tiene una distribución de probabilidades Beta, cuyos primeros dos momentos estadísticos, el valor esperado $E(\beta_E)$ y la desviación estándar $\sigma(\beta)$, se pueden calcular con las expresiones que se han indicado en el capítulo referente a vulnerabilidad. Conocidos los dos primeros momentos de la distribución Beta, ésta queda completamente determinada, puesto que sus dos parámetros, a y b , se relacionan con los dos primeros momentos de la siguiente manera:

$$a = \frac{1 - E(\beta_E) - E(\beta_E)C^2(\beta_E)}{C^2(\beta_E)} \quad (3.1)$$

$$b = a \left[\frac{1 - E(\beta_E)}{E(\beta_E)} \right] \quad (3.2)$$

donde $E(\beta_E)$ es el valor esperado de la pérdida bruta relativa del edificio mientras que el coeficiente de variación $C(\beta_E)$ se calcula como

$$C(\beta_E) = \frac{\sigma(\beta_E)}{E(\beta_E)} \quad (3.3)$$

donde $\sigma(\beta_E)$ es la desviación estándar.

Las fórmulas anteriores se dan para el caso de pérdida en edificio, pero son aplicables a los cuatro rubros.

3.4 Cálculo de la pérdida neta en una ubicación individual, para un rubro específico

Como en el inciso anterior, se usará como ejemplo el caso de pérdidas en un rubro, pero las fórmulas son aplicables a los otros tres. Para simplificar la notación, se omitirá el subíndice que corresponde al rubro.

El valor esperado de la pérdida bruta relativa β y su distribución de probabilidad se ven modificados, en general, por la aplicación de deducibles, límites de responsabilidad, retenciones y coaseguros a nivel de ubicación individual y rubro específico.

La pérdida relativa neta para la compañía de seguros, para el rubro correspondiente, guarda la siguiente relación con la pérdida bruta:

$$\beta_N = \begin{cases} 0 & \beta \leq D \\ (\beta - D)R(1 - C) & D < \beta \leq L \\ (L - D)R(1 - C) & \beta > L \end{cases} \quad (3.4)$$

donde

β_N = pérdida neta por rubro

β = pérdida bruta por rubro

D = deducible del rubro (como fracción de la suma asegurable)

L = límite de responsabilidad del rubro (como fracción de la suma asegurable)

C = coaseguro en el rubro (como fracción de la pérdida)

R = retención de la compañía de seguros (como fracción de la pérdida)

Como la distribución de la pérdida bruta relativa es Beta, el valor esperado de la pérdida neta se puede calcular a partir de la ecuación siguiente:

$$E[\beta_N] = (T_1 - T_2 + T_3)R(1 - C) \quad (3.5)$$

donde:

$$T_1 = \frac{a}{a+b} [F_B(L, a+1, b) - F_B(D, a+1, b)]$$

$$T_2 = D[F_B(L, a, b) - F_B(D, a, b)]$$

$$T_3 = (L - D)[1 - F_B(L, a, b)]$$

siendo $F_B(x, a, b)$ la función de distribución de la pérdida bruta β , que se ha modelado como una función Beta acumulada con parámetros a y b .

De la misma manera se puede calcular la media cuadrática de la pérdida neta:

$$E[\beta_N^2] = (u_1 - u_2 + u_3 + u_4)R^2(1 - C)^2 \quad (3.6)$$

donde:

$$u_1 = \frac{a(a+1)}{(a+b)(a+b+1)} [F_B(L, a+2, b) - F_B(D, a+2, b)]$$

$$u_2 = 2DT_1$$

$$u_3 = DT_2$$

$$u_4 = (L - D)T_3$$

La varianza de la pérdida relativa neta puede entonces calcularse con:

$$VAR(\beta_N) = E(\beta_N^2) - E^2(\beta_N) \quad (3.7)$$

Aunque las expresiones anteriores son generales, el cálculo de los momentos de β_N puede variar, dependiendo del tipo de póliza del que se trate. Veremos los casos particulares que resultan al tratar con los tres diferentes tipos de póliza.

3.4.1 Pólizas Individuales

En este caso, los valores de D , C , L y R usados en las expresiones 3.5 y 3.6 son respectivamente, el deducible, el coaseguro, la retención y el límite de primer riesgo individuales de la ubicación y el rubro correspondiente.

3.4.2 Pólizas agrupadas

Aquí, puesto que en este tipo de póliza no hay deducibles, coaseguros, retenciones o límites individuales, deberán emplearse las ecuaciones 3.5 y 3.6 con $D = 0, C = 0, L = 1$ y $R = 1$. En otras palabras, la pérdida neta, a nivel individual, es igual a la pérdida bruta.

3.4.3 Pólizas semi-agrupadas

En este caso, puesto que los deducibles y coaseguros sí se aplican a nivel individual, se usarán, para las ecuaciones 3.5 y 3.6 los valores de D y C correspondientes, mientras que L se tomará igual a 1 y R igual a 0, puesto que no existen límites de primer riesgo ni retenciones individuales, sino sólo colectivos.

3.5 Cálculo de pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros (P_{N1}).

Llamaremos P_{N1} a la pérdida neta en una ubicación considerando los cuatro rubros, mostrada en el diagrama de flujo presentado al principio del capítulo 3. La pérdida monetaria neta que se tiene en una ubicación, P_{N1} , como resultado de la aplicación de las características del seguro individual, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{N1} = \beta_{NE}M_E + \beta_{NC}M_C + \beta_{NS}M_S + \beta_{NB}M_B \quad (3.8)$$

donde β_{NE} , β_{NC} , β_{NS} y β_{NB} son las pérdidas netas relativas en edificio, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, mientras que, M_E , M_C , M_S y M_B son las sumas asegurables correspondientes.

Supondremos que las cuatro pérdidas consideradas están completamente correlacionadas, en el sentido que la incertidumbre sobre ellas es nula dado el valor de cualquier otra. Si dividimos P_{N1} entre $M = M_E + M_C + M_S + M_B$, obtenemos una nueva variable aleatoria, que llamaremos β_{N1} , con dominio entre 0 y 1 y cuya esperanza y desviación estándar están dadas por:

$$E(\beta_{N1}) = \frac{M_E E(\beta_{NE}) + M_C E(\beta_{NC}) + M_S E(\beta_{NS}) + M_B E(\beta_{NB})}{M} \quad (3.9)$$

$$\sigma(\beta_{N1}) = \frac{M_E \sigma(\beta_{NE}) + M_C \sigma(\beta_{NC}) + M_S \sigma(\beta_{NS}) + M_B \sigma(\beta_{NB})}{M} \quad (3.10)$$

La ecuación 3.10 para la desviación estándar resulta de nuestra hipótesis de que las variables aleatorias β_{NE} , β_{NC} , β_{NS} y β_{NB} están completamente correlacionadas. En vista de estas definiciones, $E(P_{N1}) = M \cdot E(\beta_{N1})$ y $\sigma(P_{N1}) = M \cdot \sigma(\beta_{N1})$.

Se asignará a β_{N1} una densidad de probabilidades mixta dada por la siguiente ecuación:

$$f(\beta_{N1}) = P_0 \delta(\beta_{N1}) + (1 - P_0 - P_1) B(\beta_{N1}; a, b) + P_1 \delta(\beta_{N1} - 1) \quad (3.11)$$

donde:

P_0 = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a cero, bajo la hipótesis adoptada sobre la correlación entre pérdidas de distintos rubros.

P_1 = Probabilidad de que la pérdida relativa neta sea igual a la suma expuesta, bajo la misma hipótesis de correlación.

$B()$ = función de densidad de probabilidad de tipo Beta con parámetros a y b .

$\delta(x)$ = función Delta de Dirac, que vale 1 cuando el argumento es nulo y cero en cualquier otro caso, mientras que su integral entre 0 e infinito vale también la unidad.

Se hace notar que, bajo cualquier hipótesis de correlación, tratándose de ubicaciones que pertenecen a pólizas agrupadas, $P_0 = 0$ y $P_1 = 0$, mientras que para ubicaciones que pertenezcan a pólizas semi-agrupadas, $P_1 = 0$.

3.6 Cálculo de pérdida neta en una póliza (P_{N2})

En general, la pérdida total en una cartera de ubicaciones agrupadas en una póliza se calcula sumando las pérdidas que se presentan en todas las ubicaciones después de aplicar las condiciones de seguro individual, por rubro, aplicando luego los efectos de las capas de la póliza agrupada.

Este cálculo, entonces, puede dividirse en dos pasos: 1) determinación de la densidad de probabilidades de P_S , definida como la suma de las pérdidas netas por ubicación para todos los inmuebles que forman la póliza (es decir, la suma de las P_{N1} de la póliza); y 2) aplicación del esquema de capas a la densidad anterior. En lo que sigue procederemos a explicar estos dos pasos.

3.6.1 Determinación de la densidad de probabilidades de P_S

Definimos la variable aleatoria β_S como el cociente de P_S y M_S , que es la suma de los valores expuestos de los inmuebles de la póliza, incluyendo todos los rubros. Se supondrá que β_S tiene una densidad de probabilidad similar a la de β_{N1} , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_S) = P_{0S}\delta(\beta_S) + (1 - P_{0S} - P_{1S})B(\beta_S; a_S, b_S) + P_{1S}\delta(\beta_S - 1) \quad (3.12)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: P_{0S} , que es la probabilidad de que β_S sea exactamente igual a 0, P_{1S} , que es la probabilidad de que la pérdida bruta en cada ubicación haya alcanzado su límite de primer riesgo; a_S y b_S . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de β_S calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.12 sean iguales a las siguientes dos cantidades, respectivamente:

$$E(\beta_S) = E(P_S)/M_S \quad (3.13)$$

$$VAR(\beta_S) = VAR(P_S)/M_S^2 \quad (3.14)$$

donde

$$E(P_S) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i \cdot E(\beta_{N1i}) \quad (3.15)$$

$$VAR(P_S) = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) + 2 \sum_{i=1}^{Nu} \sum_{j=i+1}^{Nu} M_i M_j \rho_{ij} \sqrt{VAR(\beta_{N1i}) \times VAR(\beta_{N1j})} \quad (3.16)$$

donde:

ρ_{ij} = coeficiente de correlación entre las pérdidas i y j

Nu = número de ubicaciones en la póliza

M_i = valor asegurable total (todos los rubros) de la ubicación i .

No es posible, con bases puramente empíricas, establecer valores para los coeficientes de correlación ρ_{ij} . En principio, este coeficiente debería depender al menos de la separación geográfica entre las dos ubicaciones consideradas. De hacerse así, sin embargo, el cálculo de la varianza sería numéricamente muy largo, sin ventajas apreciables de precisión.

Por estas razones, se adoptará un valor de 0.2, independientemente del tipo estructural y localización de la ubicación. Se adoptó este valor porque, después de simulaciones y análisis de sensibilidad, se observó que el incremento en la varianza de P_S no era excesivo cuando $\rho_{ij} = 0.2$ y que, por otro lado, el premio que se tenía por el efecto de tener una cartera grande era notable pero no demasiado significativo.

Es importante señalar que, con la hipótesis de ρ_{ij} constante al que llamaremos ahora ρ , la expresión 3.16 puede adoptar la siguiente forma:

$$VAR(P_S) = (1 - \rho)VS + \rho Ss^2 \quad (3.17)$$

donde

$$VS = \sum_{i=1}^{Nu} M_i^2 VAR(\beta_{N1i}) \quad (3.18)$$

$$Ss = \sum_{i=1}^{Nu} \sqrt{M_i VAR(\beta_{N1i})} \quad (3.19)$$

Más adelante se verá la utilidad de estas nuevas variables.

Finalmente, se hace notar que tratándose de pólizas agrupadas, $P_{0S} = 0$ y $P_{1S} = 0$ (en otras palabras, β_S tiene distribución Beta), mientras que para pólizas semi-agrupadas, $P_{1S} = 0$.

3.6.2 Aplicación del esquema de capas a la densidad de probabilidad de P_s

El valor esperado de la pérdida neta de una póliza colectiva con múltiples capas se calcula de la siguiente manera:

$$E(\beta_{N2}) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{Cj}) \quad (3.20)$$

donde $E(\beta_{Cj})$ es el valor esperado de la pérdida neta de la capa j , que se calcula como si se tratara del valor esperado de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

La expresión para el cálculo de la media cuadrática de la pérdida es la siguiente:

$$E(\beta_{N2}^2) = \sum_{j=1}^{N_{capas}} E(\beta_{Cj}^2) + 2 \sum_{k>j} \sum E(\beta_{Cj}\beta_{Ck}) \quad (3.21)$$

donde $E(\beta_{Cj}^2)$ es la media cuadrática de la pérdida neta de la capa j , que se calcula como si se tratara de la media cuadrática de la pérdida neta en una póliza con deducible igual al límite inferior de la capa y límite de primer riesgo igual al límite superior de la capa, en la cual la pérdida bruta tuviera la distribución mixta dada en la ecuación 3.12.

El segundo sumando de la ecuación 3.21 se calcula con la siguiente expresión:

$$\sum_{k>j} \sum E(\beta_{Cj}\beta_{Ck}) = (1 - P_{0s}) \sum_{k>j} \sum (v_{1jk} - v_{2jk} + v_{3jk}) \quad (3.22)$$

donde:

$$v_{1jk} = (L_j - L_{j-1}) \frac{a}{a+b} [F_B(L_k, a+1, b) - F_B(L_{k-1}, a+1, b)] \quad (3.23)$$

$$v_{2jk} = (L_j - L_{j-1}) L_{k-1} [F_B(L_k, a, b) - F_B(L_{k-1}, a, b)] \quad (3.24)$$

$$v_{3jk} = (L_j - L_{j-1}) (L_k - L_{k-1}) [1 - F_B(L_k, a, b)] \quad (3.25)$$

Se supondrá que β_{N2} tiene una densidad de probabilidad mixta similar a la de β_{N1} , dada en la ecuación 3.11:

$$f(\beta_{N2}) = P_{0N2} \delta(\beta_{N2}) + (1 - P_{0N2} - P_{1N2}) B(\beta_{N2}; a_{N2}, b_{N2}) + P_{1N2} \delta(\beta_{N2} - 1) \quad (3.26)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: P_{0N2} , que es la probabilidad de que β_{N2} sea exactamente igual a 0; P_{1N2} , que es la probabilidad de que la pérdida de la póliza haya alcanzado su límite de primer riesgo; a_{N2} y b_{N2} . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la media cuadrática de β_{N2} calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.26 sean iguales a las dadas en las ecuaciones 3.20 y 3.21.

Finalmente, la densidad de probabilidades de P_{N2} puede determinarse fácilmente puesto que $P_{N2} = Ms\beta_{N2}$.

El efecto de la aplicación de las coberturas a nivel de póliza afecta, como se ha visto, al valor esperado y la varianza de la pérdida neta. Estas cantidades no son iguales antes y después de la aplicación de la cobertura de pólizas. Como veremos en el siguiente inciso, para poder calcular la varianza de las pérdidas en toda la cartera es necesario determinar los valores de V_s y de S_s (ver ecuaciones 3.18 y 3.19) después de la aplicación del seguro a nivel de póliza, cantidades que denominaremos V_{N2} y S_{N2} . Estas variables se determinarán de la siguiente manera:

$$V_{N2} = V_s \cdot F^2 \quad (3.27)$$

$$S_{N2} = S_s \cdot F \quad (3.28)$$

donde F^2 es el cociente entre las varianzas de la pérdida después y antes de la aplicación del seguro, es decir:

$$F^2 = \frac{VAR(P_{N2})}{VAR(P_S)} \quad (3.29)$$

3.7 Pérdidas en la cartera formada por diversas pólizas de todo tipo (P_{NE})

La pérdida neta total en una cartera durante un evento, P_{NE} es la suma de las pérdidas en las pólizas que la constituyen. Definiremos a β_{NE} como la pérdida total relativa en la cartera, es decir,

$$\beta_{NE} = \frac{P_{NE}}{\sum_k M S_k} \quad (3.30)$$

donde la suma del denominador involucra a los montos expuestos para todas las pólizas, $M S_k$, $k = 1, \dots$, número de pólizas. Supondremos que la función de densidad de la pérdida relativa total en la cartera es de la forma siguiente:

$$f(\beta_{NE}) = P_{0NE} \delta(\beta_{NE}) + (1 - P_{0NE} - P_{1NE}) B(\beta_{NE}; a_{NE}, b_{NE}) + P_{1NE} \delta(\beta_{NE} - 1) \quad (3.31)$$

Para definir esta densidad, es necesario calcular cuatro valores: P_{0NE} , que es la probabilidad de que β_{NE} sea exactamente igual a 0 durante el evento; P_{1NE} , que es la probabilidad de que las pérdidas en todas las pólizas hayan alcanzado su límite máximo; a_{NE} y b_{NE} . Estos dos últimos valores se determinarán de tal modo que la media y la varianza de β_{NE} calculadas a partir de la densidad de la ecuación 3.31 sean iguales, respectivamente, a las dadas en las ecuaciones siguientes:

$$E(\beta_{NE}) = \frac{\sum_k M S_k E(\beta_{N2k})}{\sum_k M S_k} \quad (3.32)$$

$$VAR(\beta_{NE}) = \frac{(1-\rho) \sum_k V_{N2k} + \rho (\sum_k S_{N2k})^2}{(\sum_k M S_k)^2} \quad (3.33)$$

donde el subíndice k se refiere a los valores correspondientes a la póliza k .

En este momento tenemos definida la densidad de probabilidades de la pérdida neta de la cartera suponiendo que ocurrió un evento correspondiente a un peligro hidrometeorológico.

3.8 Prima de Riesgo para un peligro específico y para la acción conjunta de varios peligros.

Una vez obtenidas las pérdidas de la cartera para un escenario, es posible determinar las pérdidas de todos los escenarios de un peligro específico como previamente se indicó en el inciso 3.1.

3.8.1 Prima para un peligro específico.

Las primas de riesgo son, por definición, los valores esperados de las pérdidas anuales. En vista de esta definición, la prima de riesgo asociada al peligro m vale:

$$PR_m = \sum_l E(P_{N2l}) P A_l \quad (3.34)$$

donde el subíndice l se refiere al número de evento para el peligro considerado y la suma se extiende para todos los eventos de ese peligro. Por su parte, $P A_l$ es la probabilidad anual de ocurrencia del evento l .

3.8.2 Prima pura para toda la cartera, considerando todos los peligros

Por tratarse de valores esperados, las primas de riesgo son aditivas. Por tanto, la prima de riesgo total, considerando todos los peligros, toma el siguiente valor:

$$PR = \sum_m PR_m \quad (3.35)$$

donde la suma se extiende para todos los peligros considerados.

3.9 Tasa de excedencia de las pérdidas en una cartera

3.9.1 Tasa de excedencia de pérdida para un peligro específico

La tasa de excedencia de una pérdida ante un peligro específico es el número medio de veces al año en que dicha pérdida será igualada o excedida. La tasa de excedencia de un cierto valor de pérdida, $v_m(p)$, definida como la frecuencia anual con que ocurren eventos asociados al peligro m que produzcan una pérdida igual o mayor que p , se calcula de la siguiente manera:

$$v_m(p) = \sum_l Pr(P_{N2l} > p) PA_l \quad (3.36)$$

donde la suma se extiende para todos los eventos asociados al peligro m y la probabilidad de que la pérdida sea superior a p durante el evento l se calcula integrando adecuadamente la función de densidad de probabilidades calculada para el l -ésimo evento, que se presenta en la ecuación 3.31.

3.9.2 Tasa de excedencia de pérdidas considerando todos los peligros

Supondremos que los eventos asociados a los diferentes peligros son independientes entre sí y son también independientes los eventos asociados a diferentes peligros. En consecuencia, la tasa de excedencia total de un valor de pérdida p por efecto de los NP peligros, es simplemente la suma de las tasas asociadas a cada peligro:

$$v(p) = \sum_m v_m(p) \quad (3.37)$$

3.10 Pérdida Máxima Probable

3.10.1 Definición

La Pérdida Máxima Probable, también conocida como **PML**, es un estimador del tamaño de la pérdida que se excedería poco frecuentemente en una cartera sometida a la ocurrencia de ciertos eventos, en nuestro caso los hidrometeorológicos.

Para los fines de las presentes bases técnicas se definirá como **PML** a la pérdida asociada a un periodo de retorno de 1500 años, es decir, aquélla que se excederá, en promedio, una vez cada 1500 años. Esto equivale a decir que la **PML** es la pérdida para la cual se satisface que:

$$v(PML) = \frac{1}{1500} \text{ años}^{-1} \quad (3.38)$$

3.10.2 Riesgo tolerable

En el inciso anterior se señaló que la **PML** es una pérdida que será excedida poco frecuentemente. Qué tan poco frecuentemente se esté dispuesto a aceptar que las pérdidas excedan la **PML** mide, esencialmente, el riesgo tolerable.

De acuerdo con la definición del inciso anterior, el riesgo tolerable al asociar la **PML** a un periodo de retorno de 1500 años es, en promedio, una excedencia cada 1500 años. Por tratarse de un proceso de ocurrencias aleatorio, modelado como proceso de Poisson, que en promedio se tenga una excedencia cada 1500 años no significa que la próxima excedencia ocurrirá dentro de 1500 años; el tiempo de ocurrencia es aleatorio y no puede determinarse cuándo ocurrirá el siguiente gran evento.

Sin embargo, aunque no puede saberse el instante de ocurrencia del próximo evento, bajo la hipótesis de ocurrencias Poissonianas, sí es posible determinar la probabilidad de que en los próximos T_e años (el lapso de exposición) ocurra al menos un evento con pérdidas superiores a la **PML**, es decir, lo que en análisis probabilista se conoce como la "probabilidad de ruina", P_R .

En general, esta probabilidad puede calcularse de la siguiente manera:

$$P_R = 1 - \exp(-T_e/Tr) \quad (3.39)$$

donde Tr es el periodo de retorno asociado a la **PML** (1500 años en nuestro caso). Por ejemplo, la probabilidad de que la **PML** se exceda al menos una vez durante el próximo año, P_{R1} , vale:

$$P_{R1} = 1 - \exp(-1/1500) \approx \frac{1}{1500} \quad (3.40)$$

de donde se observa que, para periodos de retorno grandes, la probabilidad anual de excedencia es aproximadamente igual al inverso del periodo de retorno de la PML. En la tabla siguiente se presentan valores de la probabilidad de excedencia de la PML que tiene un periodo de retorno de 1500 años, para diversos valores del lapso de exposición:

Tabla 3.1. Probabilidad de que la PML se exceda en los próximos T_e años

Periodo de exposición (T_e , años)			
1	10	20	50
0.1%	0.7%	1.3%	3.3%

Se observa, por ejemplo, que la probabilidad de que la PML sea excedida en los próximos 20 años es 1.3%.

PARTE II

DE LA INFORMACIÓN PARA LA VALUACIÓN DE LA PRIMA DE RIESGO Y LA PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE HURACÁN Y/U OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS.

Descripción de campos del Sistema

Introducción

Las instituciones y sociedades mutualistas de seguros deberán clasificar las pólizas conforme a la manera en que se encuentren asegurados y reasegurados los bienes inmuebles, de la siguiente forma:

1.- Las que correspondan a inmuebles independientes que no cuenten con coberturas de contratos de reaseguro facultativos no proporcional a capas (Base de datos de carteras de pólizas independientes sin capas).

2.- Las que correspondan a inmuebles asegurados en pólizas colectivas (agrupados y semi-agrupados) o a inmuebles que cuenten con coberturas de reaseguro facultativo no proporcional a capas (Base de datos de carteras de pólizas colectivas o pólizas con capas).

Para efectos de lo anterior, se deberá clasificar la base de datos tomando como criterio las características de cada cartera como a continuación se especifica:

Carteras de pólizas independientes sin capas

La estructura de la base de datos para este tipo de cartera, consiste en un arreglo matricial donde cada columna tendrá como primer registro el nombre del tipo de dato (*Campo*) que se registrará en dicha columna, conforme a las definiciones de la Tabla Uno y en el mismo orden en que aparecen. Los campos de la Tabla Uno corresponden a las columnas que deberá contener el archivo, siendo un total de 45 columnas.

Los siguientes renglones deben corresponder a la información de los inmuebles, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, con excepción del primer renglón, el cual, como se mencionó, será utilizado para el nombre del campo. Cada renglón de este archivo debe corresponder sólo a un inmueble o tipo de bien, en el caso de riesgos especiales. En los casos en los que en una misma póliza se aseguren varios inmuebles se deberá contar con la información de cada inmueble utilizando un renglón por inmueble.

En la Tabla Uno se indican los datos que son obligatorios y cuáles son optativos. Los datos obligatorios son aquellos que son fundamentales para valorar el riesgo de manera aproximada, y los optativos son aquellos que dan información adicional para valorar el riesgo de manera más precisa.

En la información obligatoria deberán llenarse todos los renglones, aun cuando no se haya contratado alguna de las coberturas de contenidos, pérdidas consecuenciales o bienes bajo convenio expreso; en estos casos se deben colocar ceros en las columnas correspondientes. La omisión de información obligatoria será impedimento para evaluar el riesgo de ese inmueble.

En la información opcional se podrán llenar los campos en que existe información y dejar en blanco los campos en los que no se cuente con la misma. Cuando el usuario no indique los datos optativos, el sistema asumirá distintas condiciones que se explican en la parte de definición de campos de esta Circular.

Carteras de pólizas colectivas y con capas

Al igual que la base de datos para inmuebles independientes, la estructura de esta base de datos debe realizarse en un arreglo matricial donde cada columna deberá tener como primer registro el nombre del tipo de dato (*Campo*) que se registrará en dicha columna conforme a las definiciones de la Tabla Uno y en el mismo orden en que aparecen.

Esta base de datos estará contenida por pólizas de seguro en las que los límites de responsabilidad, retenciones, deducibles y coaseguros de las coberturas no operan en forma individual, inmueble por inmueble, sino para un conjunto de inmuebles y en las que se tienen contemplados, o no, esquemas de reaseguro por capas; es decir, esta base de datos se aplica a pólizas colectivas, pólizas con capas o a una combinación de ambas. En estos casos, la información deberá complementarse con los datos de las Tablas Dos y Tres; cada renglón de la Tabla Dos debe corresponder a una póliza, la cual reúne a todos los inmuebles colectivos. La descripción de los esquemas de reaseguro por capas se define en la tabla tres. Será necesario tener una tabla para cada póliza que maneje este tipo de reaseguro y al menos un renglón para definir los valores globales de los inmuebles colectivos.

Los inmuebles colectivos se dividen en inmuebles agrupados para los que opera un sólo deducible, un coaseguro, un límite máximo de responsabilidad y una retención o en inmuebles semi-agrupados para los que solamente opera un límite máximo y una retención. La única diferencia del archivo de base de datos para pólizas colectivas o con reaseguro a capas con respecto al archivo de pólizas independientes, es decir la Tabla Uno, consiste en que los campos de las variables financieras que actúan de forma global (en semi-agrupadas las fechas de vigencia, límites de responsabilidad y retenciones, y en agrupadas además los deducibles y coaseguros) no es necesario indicarlos en cada inmueble ya que el sistema sólo tomará en cuenta los valores globales de las Tablas Dos y Tres, por lo que dejan de ser obligatorios en la Tabla Uno.

TABLA UNO – INFORMACION DE CARTERAS INDEPENDIENTES

Grupo	No.	Campo	Tipo de dato	Valores	Tipo
De referencia	1	NUM_POLIZA	Alfanumérico	-	obligatorio
	2	NUM_REGISTRO	Número Entero	1 a 3,000,000	obligatorio
Financieros	3	FECHA_INICIO	Fecha	01/01/2007 ó posterior	obligatorio
	4	FECHA_FIN	Fecha	01/01/2008 ó posterior	obligatorio
	5	INM_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio
	6	CONT_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio
	7	CONSEC_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio
	8	CONVENIO_VALOR_ASEGURABLE	Pesos	0 a billones	obligatorio
	9	PORCENTAJE_RETENCION	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	10	TIPO_PRIMER_RIESGO	Número Entero	0, 1 ó 2	obligatorio
	11	MONTO_PRIMER_RIESGO	Pesos	0 a billones	obligatorio
	12	CONSEC_LIMITE_MAXIMO	Pesos	0 a billones	obligatorio
	13	CONSEC_PERIODO_COBERTURA	Días	0 a 365	obligatorio
	14	CONVENIO_LIMITE_MAXIMO	Pesos	0 a billones	obligatorio
	15	INM_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	16	CONT_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	17	CONSEC_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	18	CONVENIO_DEDUCIBLE	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	19	INM_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	20	CONT_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	21	CONSEC_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	22	CONVENIO_COASEGURO	Porcentaje	0 a 100	obligatorio

De localización	23	CLAVE_ESTADO	Número Entero	1 al 32	opcional
	24	CODIGO_POSTAL	Número Entero	01000 al 99999	obligatorio
	25	LONGITUD	Grados	-118.5000 a -86.5000	opcional
	26	LATITUD	Grados	13.5000 a 35.0000	opcional
	27	PRIMERA_LINEA_MAR	Número Entero	1 ó 2	obligatorio
	28	PRIMERA_LINEA_LAGO	Número Entero	1 ó 2	opcional
	29	SOBREELEVACION_DESPLANTE	Metros	-10 a 10	opcional
	30	RUGOSIDAD	Número Entero	1 al 4	opcional
De la estructura	31	USO_INMUEBLE	Número Entero	1 al 33	obligatorio
	32	NUM_PISOS	Número Entero	1 al 57	obligatorio
	33	PISO	Número Entero	1 al 57	opcional
	34	TIPO_CUBIERTA	Número Entero	1 al 4	obligatorio
	35	FORMA_CUBIERTA	Número Entero	1 al 5	opcional
	36	IRRE_PLANTA	Número Entero	1 al 3	opcional
	37	OBJETOS_CERCA	Número Entero	1 ó 2	opcional
	38	AZOTEA	Número Entero	1 ó 2	opcional
	39	TAMAÑO_CRISTAL	Número Entero	1 al 3	opcional
	40	TIPO_VENTANAS	Número Entero	1 al 3	opcional
	41	TIPO_DOMOS	Número Entero	1 al 4	opcional
	42	SOPORTE_VENTANA	Número Entero	1 al 3	opcional
	43	PORCENTAJE_CRISTAL_FACHADAS	Número Entero	1 al 3	opcional
	44	PORCENTAJE_DOMOS	Número Entero	1 al 4	opcional
	45	OTROS_FACHADA	Número Entero	1 al 4	opcional
	46	MUROS_CONTENCION	Número Entero	1 al 4	opcional

TABLA DOS – INFORMACION ADICIONAL DE TIPO GENERAL PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS

Grupo	No.	Campo	Dato	Valores	Tipo
Generales	1	NumeroPoliza	Alfanumérico	-	obligatorio
	2	TipoPoliza	Número Entero	1 ó 2	obligatorio
	3	FechaInicio	Fecha	01/01/2006 ó posterior	obligatorio
	4	FechaFin	Fecha	01/01/2007 ó posterior	obligatorio

TABLA TRES – INFORMACION ADICIONAL DE TIPO FINANCIERO PARA CARTERAS COLECTIVAS Y CON CAPAS

Grupo	No.	Campo	Dato	Valores	Tipo
Financiero	1	NumeroPoliza	Alfanuméricos	-	obligatorio
	2	NumeroCapa	Alfanuméricos	-	opcional
	3	Retencion	Porcentaje	0 a 100	obligatorio
	4	LimiteMaximo	Pesos	0 a billones	obligatorio
	5	Coaseguro	Porcentaje	0 a 100	obligatorio

Los datos que requiere el sistema de cómputo a que se refiere la Disposición A2.1.9.2 estarán en archivos de Access®, y corresponderán a una ubicación, ya sea que pertenezca a una póliza individual o a una colectiva. Los datos de cada ubicación deberán corresponder a un renglón de la base de datos que proporcione el usuario y deberán tener un formato específico que se indica en las respectivas secciones. Al respecto, los campos se clasifican de la siguiente forma, atendiendo a sus características particulares:

1. Datos de Referencia
2. Datos Financieros
3. Datos de Localización
4. Datos de la Estructura

El sistema RH-MEX® está diseñado para ser alimentado con datos obligatorios y optativos. Los datos obligatorios son aquellos que son indispensables para calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable, y los optativos son aquellos que sin que sean indispensables, proporcionarán información adicional que permitirá calcular la prima de riesgo y la pérdida máxima probable de manera más precisa. En los casos en que el usuario no proporcione alguno de los datos obligatorios, el sistema no realizará la estimación de la prima de riesgo o la pérdida máxima probable, en tanto que cuando el usuario no indique alguno o algunos de los datos optativos procederá a realizar el cálculo de la prima de riesgo y la pérdida máxima probable mediante supuestos conservadores que en este anexo se explican.

1. Bienes asegurados

El sistema RH-MEX® calculará las pérdidas del inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes asegurados bajo convenio expreso de manera independiente. A continuación se define cada uno de ellos.

Inmueble

Es lo que compone la estructura, la cimentación, instalaciones y acabados. Es decir, todo aquello que forma parte del edificio.

Contenidos

Son los bienes que dan uso al inmueble. En general se pueden mover fácilmente dentro del edificio o de un inmueble a otro.

Pérdidas consecuenciales

Son las pérdidas que serían causadas por el tiempo en que permanece en imposibilidad de uso el inmueble debido a los daños causados por el evento.

Bienes asegurados bajo convenio expreso

Son bienes que generalmente pueden quedar asegurados, mediante convenio expreso entre el Asegurado y la institución aseguradora, fijando sumas aseguradas por separado y mediante el cobro de prima adicional correspondiente.

- a. Edificios terminados que carezcan total o parcialmente de techos, muros, puertas, o ventanas, siempre y cuando dichos edificios hayan sido diseñados y/o construidos para operar bajo estas circunstancias, de acuerdo con los reglamentos de construcción de la zona, vigentes a la fecha de la construcción.
- b. Maquinaria y/o equipo fijo y sus instalaciones que se encuentren total o parcialmente al aire libre o que se encuentren dentro de edificios que carezcan total o parcialmente de techos, puertas, ventanas o muros, siempre y cuando hayan sido diseñados específicamente para operar en estas condiciones y estén debidamente anclados.
- c. Bienes fijos distintos a maquinaria que por su propia naturaleza estén a la intemperie, entendiéndose como tales aquellos que se encuentren fuera de edificios o dentro de edificios que carezcan total o parcialmente de techos, puertas, ventanas o muros, como:
 - Albercas.
 - Anuncios y rótulos.
 - Caminos, andadores, calles, guarniciones o patios en el interior de los predios del asegurado.
 - Elementos decorativos de áreas exteriores.
 - Instalaciones y canchas deportivas.
 - Luminarias.
 - Muros de contención de concreto armado, bardas, rejas y mallas perimetrales y sus puertas o portones.
 - Palapas y pérgolas.
 - Sistemas de riego, incluyendo sus redes de tuberías.
 - Torres y antenas de transmisión y recepción.
 - Tanques o silos metálicos o de materiales plásticos.
- d. Bienes muebles o la porción del inmueble en sótanos o semisótanos considerándose como tales: cualquier recinto donde la totalidad de sus muros perimetrales se encuentren total o parcialmente bajo el nivel natural del terreno.

Para el manejo de estos bienes, el sistema contiene formas simplificadas para cuantificar la siniestralidad esperada y la pérdida máxima probable.

2. Tipo de carteras**Pólizas individuales vs colectivas**

Se contemplarán dos tipos distintos de pólizas, las individuales y las colectivas. Las primeras corresponden a aquellas en las que se asegura un solo bien, mientras que las colectivas son aquellas en que se aseguran varios bienes ya sea en una misma ubicación o que pertenezcan a una cartera geográficamente distribuida en varias poblaciones pero que estén amparados bajo las mismas condiciones contractuales. En cualquier caso, la información de cada bien asegurado debe estar indicada en un renglón del archivo de datos; este renglón en adelante se llamará "registro".

Si la cartera de la institución aseguradora sólo contiene pólizas individuales únicamente se requerirá el archivo de datos de esta cartera; en cambio, si cuenta con una o más pólizas colectivas, se deberá llenar otra tabla que contiene los datos comunes a estas carteras.

Existen pólizas que cuentan con varios bienes en una misma ubicación (hoteles, centros habitacionales, centros comerciales, entre otros) donde es necesario definir esta cartera como colectiva donde cada registro corresponde a uno de estos bienes. Únicamente se podrá considerar un solo bien (por lo tanto un solo registro en el archivo de datos) si todos ellos son iguales con las mismas características estructurales y de contenidos.

3. Definición de datos para cada bien asegurado

3.1 Datos de referencia

En este grupo se establecen los datos necesarios para identificar el nombre o número del inmueble asegurado.

Número de registro (NUM_REGISTRO)

Dato obligatorio

Formato: números enteros consecutivos

Este dato tiene por objeto ordenar y llevar un control dentro del sistema de todas las ubicaciones. Es indispensable para que el usuario identifique los errores y resultados que arroja el sistema.

Pólizas individuales. El *Número de registro* será un número consecutivo que el usuario asigne a cada uno de los renglones (registro) de la base de datos. No podrá haber dos ubicaciones con el mismo número ni podrá haber números faltantes (ver Capítulo 4).

Pólizas colectivas. En cada póliza colectiva *Número de registro* será un número consecutivo de manera que cada ubicación dentro de ésta tenga un número único. En las demás pólizas agrupadas de la cartera, si es que existen, el *Número de registro* deberá asignarse de manera independiente (ver Capítulo 4).

Número de póliza (NUM_POLIZA)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar cada registro o póliza. Este dato es alfanumérico. Para las pólizas de inmuebles colectivos, todas las ubicaciones que sean amparadas por ésta deberán llevar el mismo *Número de póliza* ya que este campo es el que identifica a qué póliza colectiva pertenece cada ubicación. Por lo mismo, este campo no deberá repetirse en otras pólizas colectivas. Para el caso de pólizas de inmuebles independientes este campo sólo es para referencia propia del usuario, puede quedar vacío y puede repetirse en varios registros (ver Capítulo 4).

Datos financieros

En este grupo se describen los datos técnicos que son establecidos comúnmente en la póliza o que se obtienen en el proceso de suscripción y de reaseguro.

Fecha de inicio (FECHA_INICIO)

Fecha de terminación (FECHA_FIN)

Datos obligatorios

Formato: dd/mm/aaaa

Estos datos se refieren a la fecha de inicio y fin de vigencia de la póliza que asegura el bien. El sistema por convención considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema toma como vigente dicha póliza. También, por convención, el sistema considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de valuación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza el sistema toma como fuera de vigencia dicha póliza. Para el caso de *créditos hipotecarios* que requieran un cálculo del mes completo deberá ponerse como *Fecha de terminación* el primer día del mes siguiente.

Pólizas de inmuebles colectivos. Debido a que para estas pólizas no es necesario indicar para cada inmueble estas fechas, estos campos pueden quedar vacíos y el sistema no los tomará en cuenta. Para estas pólizas estos datos se deben indicar en la tabla correspondiente (ver Capítulo 4).

Valor asegurable inmueble (INM_VALOR_ASEGURABLE)

Valor asegurable contenidos (CONT_VALOR_ASEGURABLE)

Valor asegurable pérdidas consecuenciales (CONSEC_VALOR_ASEGURABLE)

Valor asegurable bienes convenio expreso (CONVENIO_VALOR_ASEGURABLE)

Datos *obligatorios*

Formato: número [en pesos]

Es, respectivamente, el valor real o de reposición según se hubiera contratado, del inmueble, de los contenidos, de las pérdidas consecuenciales o de los valores por convenio expreso. Para el caso de pólizas que no sean a "primer riesgo" estos valores deben corresponder a las sumas aseguradas establecidas en la póliza.

En el caso de carteras hipotecarias, el *valor asegurado inmueble* debe corresponder al valor real o de reposición según se hubiera contratado, del inmueble y no solo al saldo insoluto del crédito.

En el caso de pérdidas consecuenciales, el valor asegurable debe ser el monto de la exposición anual, es decir, el valor estimado de las pérdidas que se producirían durante un año.

Porcentaje de retención del valor asegurable (PORCENTAJE_RETENCION)**Dato *obligatorio***

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la institución de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro proporcional, respecto de la obligación total suscrita en un contrato de seguro.

En este porcentaje no se debe incluir lo respectivo a contratos facultativos no proporcionales riesgo por riesgo, el efecto que tiene la cobertura de reaseguro de este tipo de contratos se determinan según se explica en el Capítulo 4.

Pólizas de inmuebles colectivos. Debido a que el *porcentaje de retención* es el mismo para todos los inmuebles considerados en la póliza, este campo puede estar vacío para cada uno de los bienes asegurados ya que el sistema lo ignorará. El porcentaje de retención que se aplicará a los inmuebles se deberá indicar en la tabla correspondiente (ver Capítulo 4).

Tipo de primer riesgo (TIPO_PRIMER_RIESGO)**Dato *obligatorio***

Formato: número entero [0, 1 ó 2]

Para el caso de pólizas individuales se debe indicar si es a primer riesgo o no. En las pólizas colectivas estos valores son globales y se deben escribir en la tabla correspondiente (ver Capítulo 4). Se entenderá que una póliza está contratada a primer riesgo cuando el límite máximo de responsabilidad sea inferior al valor asegurable del bien. Las opciones para este campo son:

- 0 Sin primer riesgo. Cuando la póliza está emitida a valores totales, es decir, las sumas asegurables son los límites de responsabilidad. En este caso, el sistema no tomará en cuenta los valores indicados en *monto de primer riesgo*, *límite pérdidas consecuenciales* ni *límite convenio expreso*.
- 1 El límite máximo de responsabilidad es inferior al valor asegurable del edificio y sus contenidos.
- 2 El límite máximo de responsabilidad es inferior al valor asegurable del edificio, sus contenidos y las pérdidas consecuenciales. En este caso, el sistema no tomará en cuenta el *límite pérdidas consecuenciales*.

Monto de primer riesgo (MONTA_PRIMER_RIESGO)**Dato *obligatorio***

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo o el límite máximo de responsabilidad que tiene la aseguradora en caso de daños al inmueble, contenidos o pérdidas consecuenciales en su conjunto.

Este campo opera de manera conjunta con el campo de *tipo de primer riesgo*. Si este valor es igual a cero el campo puede dejarse vacío puesto que el sistema lo ignorará y calculará las pérdidas considerando los campos de valores asegurables. Si el *tipo de primer riesgo* es igual a uno, es decir, abarca en un solo límite el inmueble más los contenidos, deberá capturarse dicho importe en este campo. En este caso, el monto capturado en el campo que se describirá más adelante de *límite pérdidas consecuenciales* funciona como una suma asegurada adicional al límite de edificios más contenidos (indicada en el campo *monto de primer riesgo*). Si el *tipo de primer riesgo* es igual a dos, es decir, abarca en un solo límite tanto al inmueble como a los contenidos y a las pérdidas consecuenciales, deberá capturarse dicho importe en este campo.

En el caso de carteras hipotecarias, el *monto de primer riesgo* debe contener el valor de la suma asegurada de la póliza para el inmueble, es decir, el saldo insoluto del crédito o la suma asegurada real amparada.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Capítulo 4).

Límite pérdidas consecuenciales (CONSEC_LIMITE_MAXIMO)

Dato obligatorio

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en las coberturas de pérdidas consecuenciales de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Capítulo 4).

Periodo de cobertura por pérdidas consecuenciales (CONSEC PERIODO_COBERTURA)

Dato obligatorio

Formato: número entero [en días]

Es el periodo (tiempo) que ampara la póliza en las coberturas de pérdidas consecuenciales de acuerdo a lo previsto en el contrato de seguro. El referido periodo deberá expresarse en días, para efectos de incorporarlo como dato al sistema, el sistema toma internamente este valor como un límite máximo y lo traduce a pesos para compararlo con el valor de *límite pérdidas consecuenciales* y tomar el menor de estos dos.

Límite bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_LIMITE_MAXIMO)

Dato obligatorio

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo que la aseguradora está obligada a pagar en los bienes cubiertos bajo convenio expreso. Si no se conoce el importe real de los bienes bajo convenio expreso, pero éstos sí están amparados en la póliza, el importe asegurado debe aparecer tanto en el *valor asegurable bienes bajo convenio expreso* como en el campo de *límite bienes bajo convenio expreso*.

Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica el límite de responsabilidad al mismo tiempo que el deducible y antes de aplicar coaseguro.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Capítulo 4).

Deducible inmueble (INM_DEDUCIBLE)

Deducible contenidos (CONT_DEDUCIBLE)

Deducible pérdidas consecuenciales (CONSEC_DEDUCIBLE)

Deducible bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_DEDUCIBLE)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje del valor asegurable de inmueble, contenidos, pérdidas consecuenciales y bienes bajo convenio expreso, respectivamente, que quedará a cargo del asegurado en caso de siniestro. En caso de contratos que prevean deducibles expresados en otras modalidades, la aseguradora deberá recalcularlo mediante criterios técnicos a términos porcentuales del valor asegurable. Para el cálculo de las pérdidas, el sistema aplica el deducible al mismo tiempo que el límite de responsabilidad y antes de aplicar coaseguro.

En el caso específico de pérdidas consecuenciales, el deducible que corresponde al periodo de espera, el cual se expresa comúnmente en días, deberá traducirse a un valor porcentual dividiendo el número de días que comprende dicho periodo, entre 365.

En caso de que el *tipo de primer riesgo* sea 1 ó 2, el sistema considerará el porcentaje de deducible estipulado en *deducible inmueble*.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Capítulo 4).

Coaseguro inmueble (INM_COASEGURO)

Coaseguro contenidos (CONT_COASEGURO)

Coaseguro pérdidas consecuenciales (CONSEC_COASEGURO)

Coaseguro bienes bajo convenio expreso (CONVENIO_COASEGURO)

Datos *obligatorios*

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo. Para el cálculo de las pérdidas el sistema aplica primero el deducible y el límite de responsabilidad y después el coaseguro.

En caso de que el *tipo de primer riesgo* sea 1 ó 2, el sistema considerará el porcentaje de coaseguro estipulado en *coaseguro inmueble*.

Pólizas de inmuebles colectivos. Este dato se deberá indicar en la tabla correspondiente ya que es global para toda la póliza (ver Capítulo 4).

3.3 Datos de localización

Este grupo de datos permitirá que el sistema RH-MEX® determine la localización con distintos niveles de aproximación de cada inmueble asegurado. Se debe tener especial atención para que la localización que se indica sea precisamente la del inmueble y no de la oficina matriz de la empresa o el domicilio fiscal o el lugar al que se envía la póliza; con dicha localización se calculará el peligro o amenaza ante todos los eventos hidrometeorológicos. De igual manera, cuando se trate de carteras con varias ubicaciones o inmuebles se debe indicar la localización de cada una de estas.

El sistema considera dos posibles formas para localizar. Estas son, en orden de precisión: coordenadas geográficas (longitud y latitud) y código postal. El código postal es un dato poco preciso para determinar la localización de la estructura, pero es muy fácil de conseguir; las coordenadas geográficas, como se verá más adelante, se pueden obtener actualmente con herramientas fácilmente disponibles, al menos para los inmuebles más importantes de la cartera.

Coordenada geográfica de longitud (LONGITUD)

Coordenada geográfica de latitud (LATITUD)

Datos *opcionales*

Formato: número [longitud -118.5000 a -86.5000 grados, latitud 13.5000 a 35.0000 grados]

Ubicación del inmueble dada en términos de coordenadas geográficas en notación decimal (los minutos y segundos deben cambiarse a esta notación). Para México (Figura 3-1) la coordenada de *longitud* es negativa por ubicarse al oeste del primer meridiano y la coordenada de *latitud* es positiva por ubicarse al norte del ecuador. Debido a que en México un grado es aproximadamente equivalente a 100 km deben incluirse por lo menos cuatro decimales para tener una precisión mínima de ± 10 m.

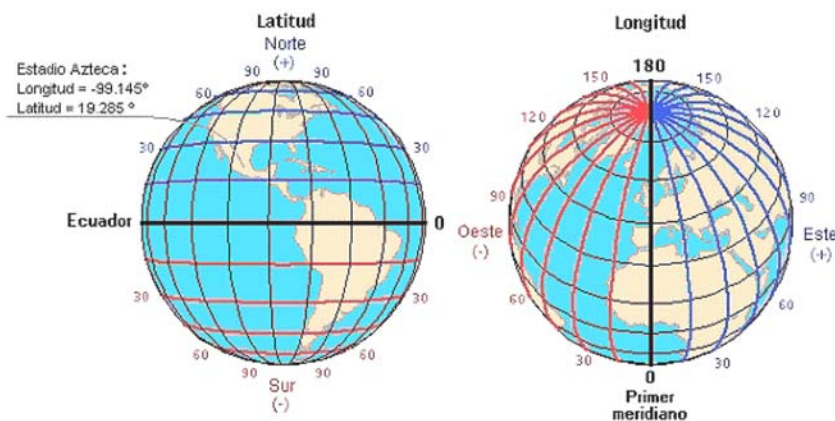


Figura 3-1 Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas se pueden obtener:

- En gabinete, con ayuda de planos muy detallados.
- En campo (Figura 3-2a), con ayuda de dispositivos GPS (*Global Positioning Systems*). En este caso debe tomarse en cuenta que la resolución de algunos dispositivos puede variar por decenas de metros, lo que sería particularmente grave si las coordenadas indicadas caen por error en el mar lo que para el sistema no es aceptable y optaría por localizar el edificio con el *código postal y primera línea*.
- Por Internet con herramientas como *Google Earth®* (Figura 3-2b). En este caso se debe personalizar para que muestre las coordenadas en grados en formato decimal ya que la opción por omisión es grados-minutos-segundos.

En caso de dar coordenadas el sistema asumirá que esta información es precisa y no tomará en cuenta el *código postal* pero sí el dato de *primera línea*. Sin embargo, si la combinación de coordenadas *latitud-longitud* se encuentra fuera de las costas de México el sistema advertirá del error y localizará la estructura con el *código postal y primera línea*. Si las coordenadas geográficas no corresponden al *Estado* indicado de manera opcional el sistema advertirá del error pero tomará las coordenadas como verdaderas.

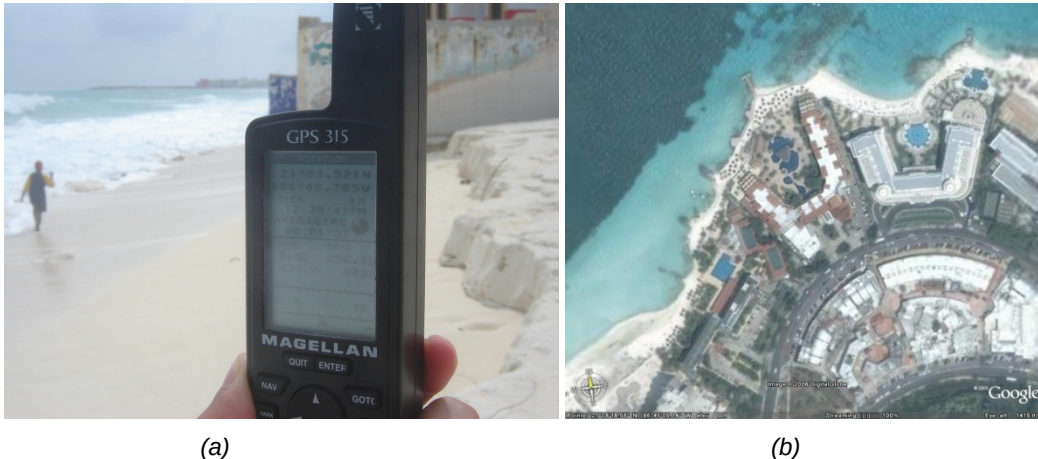


Figura 3-2 Formas para conocer las coordenadas de una ubicación: (a) dispositivo GPS (usado por ERN durante la inspección de los daños causados por Wilma) y (b) imagen de punta Cancún en Google Earth donde se aprecia que es posible fijar las coordenadas precisas de prácticamente cualquier ubicación.

Código postal (CODIGO_POSTAL)

Dato obligatorio

Formato: número entero [del 01000 al 99999]

Es un número entero compuesto de cinco dígitos que está asociado a un área geográfica del país. Cada posición, leída de izquierda a derecha, permite identificar una zona específica dentro de la República Mexicana. Las dos primeras posiciones corresponden a la Entidad Federativa o a la Delegación en el caso del Distrito Federal. La tercera posición indica una ciudad importante, un municipio o una de las diez áreas en que está dividida postalmente cada Delegación del Distrito Federal. La cuarta representa un municipio o colonia de una ciudad y la quinta un conjunto de manzanas o el número específico de una dependencia. Sin embargo, los códigos postales no fueron creados para localizar edificaciones sino, evidentemente, como una herramienta para repartir correo, por lo que no es posible asignarles a todos ellos un solo par de coordenadas.

Clave del estado (CLAVE_ESTADO)**Dato opcional***Formato: número entero [1 al 32]*

Se refiere al número de cada *estado* de la República Mexicana. Cada uno de estos tiene un valor numérico que va desde 1 hasta 32, conforme al Catálogo 3-1 indicado a continuación. Este dato sólo es para que el usuario tenga una verificación de que las coordenadas geográficas indicadas explícitamente o calculadas a partir del *código postal* y *primera línea* están dentro del *estado*. Si no se cuenta con la información o no se desea indicar este campo puede quedar en blanco.

Catálogo 3-1, Clave y nombre de los estados

1	Aguascalientes	12	Guerrero	23	Quintana Roo
2	Baja California	13	Hidalgo	24	San Luis Potosí
3	Baja Calif. Sur	14	Jalisco	25	Sinaloa
4	Campeche	15	México	26	Sonora
5	Coahuila	16	Michoacán	27	Tabasco
6	Colima	17	Morelos	28	Tamaulipas
7	Chiapas	18	Nayarit	29	Tlaxcala
8	Chihuahua	19	Nuevo León	30	Veracruz
9	Distrito Federal	20	Oaxaca	31	Yucatán
10	Durango	21	Puebla	32	Zacatecas
11	Guanajuato	22	Querétaro		

**Primera línea frente al mar (PRIMERA_LINEA_MAR)****Dato obligatorio***Formato: número entero [1: primera línea; 2: fuera de primera línea]*

Se deberá especificar si el edificio se encuentra ubicado cerca o no de mar. Esto es indispensable para calcular pérdidas por viento, marea de tormenta, maremoto e inundación. Se adoptó la convención incluida en el endoso de hidrometeorológicos de AMIS de preguntar solo si el inmueble se encuentra a menos de 500 metros de la línea de rompimiento de las olas en marea alta.

Durante el primer año de operación del sistema este dato se podrá asignar a partir del *uso* del inmueble (ver Catálogo 3-2) de la siguiente forma: Sí el código postal pertenece a un municipio costero y el uso corresponde a vivienda de lujo (2 y 4), hotel (7), tienda departamental, centro comercial, comercio, tienda en general (10 y 16), restaurante, bar, salón de baile y centro nocturno (11 y 17) se indicará que el inmueble se encuentra en *primera línea* frente al mar; para los usos restantes y códigos postales en municipios que no sean costeros se podrá indicar que el inmueble se encuentra *fuera de primera línea*.

Primera línea frente a lago, laguna o río (PRIMERA_LINEA_LAGO)**Dato opcional***Formato: número entero [1: primera línea; 2: fuera de primera línea]*

Se deberá especificar si el edificio se encuentra ubicado cerca o no de algún cuerpo de agua. Esto es indispensable para calcular pérdidas por inundación. Se adoptó la convención incluida en el endoso de hidrometeorológicos de AMIS de preguntar sólo si el inmueble se encuentra a menos de 250 metros de un lago o laguna.

Si se desconoce esta información deberá dejarse vacío el campo y el sistema asignará *fuera de primera línea* independientemente del uso.

Sobreelevación de desplante de la planta baja**(SOBREELEVACION_DESPLANTE)****Dato opcional***Formato: metros [-10 a 10]*

La diferencia de elevaciones (sobreelevación) en metros del nivel de piso terminado de la planta baja del inmueble, sin incluir sótanos, con respecto al nivel medio del terreno circundante (que en el sistema está dado por el modelo digital de elevación del terreno, MDE, a partir de los datos de localización).

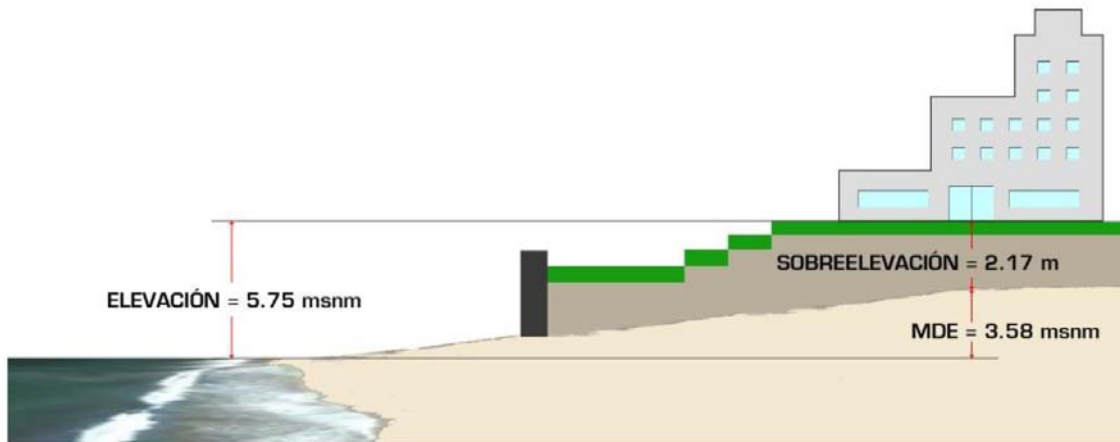


Figura 3-3 Ejemplo de sobreelevación de desplante del nivel de piso terminado de la planta baja en relación al modelo digital de elevación del terreno (MDE). En este ejemplo se debe indicar una *sobreelevación* de 2.17 m.

Cuando no se ingrese este dato y el inmueble se encuentre en primera línea, el sistema asignará una *sobreelevación de desplante* de 2.0 metros para el uso de hotel (uso 7), 1.5 metros para departamento de lujo (uso 4) y 1.0 metro para los usos vivienda de lujo, restaurante, bar, salón de baile y centro nocturno (usos 2, 11 y 17); para inmuebles fuera de primera línea se considerará una sobreelevación de 0.1 metros independientemente del uso.

Rugosidad del terreno (RUGOSIDAD)

Dato opcional

Formato: número entero [1 a 4]

El movimiento de las masas de aire se ve restringido por la fricción con la superficie del terreno, lo cual origina que la velocidad sea prácticamente nula en contacto con el mismo y crezca con la altura hasta alcanzar la velocidad del flujo no perturbado (llamada velocidad gradiente). La rapidez con que la velocidad crece con la altura depende de la rugosidad de la superficie del terreno (Figura 3-3a). Para un terreno muy liso, como en campo abierto con vegetación muy baja, el viento mantiene velocidad muy alta aún cerca de la superficie, mientras que en el centro de grandes ciudades con edificaciones altas la velocidad disminuye rápidamente desde una altura de varias decenas de metros hasta la superficie del terreno.

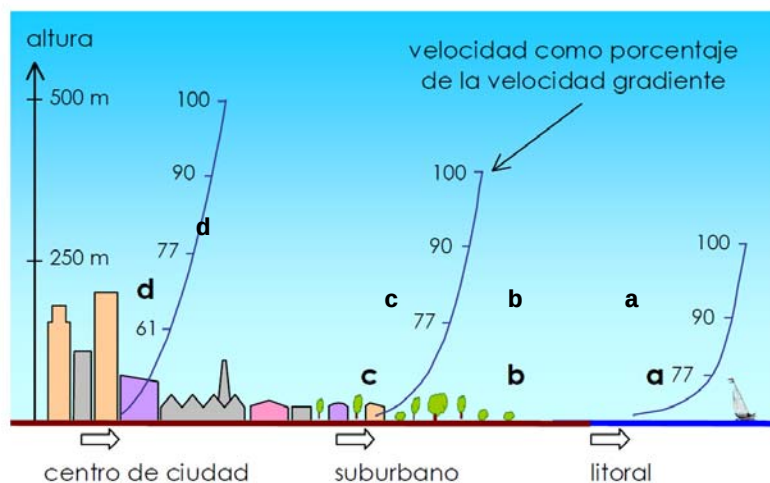


Figura 3-3a Variación de la velocidad del viento con la altura sobre terrenos de diferentes características.



1. *Campo abierto plano*



2. *Árboles o construcciones dispersas*



3. *Arbolado, lomeríos, barrio residencial* 4. *Muy accidentada, centro de ciudad*

Figura 3-3b Ejemplos de diferentes terrenos para los cuales hay que indicar distintas rugosidades.

Se deberán especificar las características predominantes del terreno circundante al sitio en que se desplanta el inmueble asegurado, de acuerdo a la siguiente clasificación:

1. *Campo abierto plano.* Franjas costeras planas, campos aéreos, pastizales y tierras de cultivo, donde el viento encuentra muy poca restricción a su paso.
2. *Árboles aislados o construcciones dispersas.* Campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones.
3. *Arbolado intenso, lomeríos, barrio residencial.* Áreas urbanas, suburbanas y de bosques; en estas zonas el viento encuentra una importante obstrucción a su paso.
4. *Muy accidentada, centro de ciudad.* Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas, el cual se asocia con el centro de grandes ciudades y complejos industriales; en estas zonas el viento encuentra una gran obstrucción a su paso, lo cual provoca la generación de vórtices o remolinos al pasar el viento entre construcciones de diferente forma y altura.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará de forma aproximada una rugosidad del terreno de acuerdo a la ubicación del inmueble en primera línea o si se localiza dentro de una ciudad.

3.4 Datos de la estructura

El siguiente grupo de datos permitirá al sistema determinar la vulnerabilidad de la estructura asegurada. El sistema calcula el riesgo para tres tipos de edificaciones: naves industriales, edificaciones y otros, pero cada una de estas pudo haber sido construida con distintos tipos estructurales y tener características particulares que arrojarán un riesgo también distinto.

El primer grupo de datos sirven para conocer el tipo estructural ya que aportan información para definir los rasgos más importantes de la estructura y de sus contenidos. El segundo grupo de datos permitirá al sistema identificar materiales vulnerables en elementos de recubrimiento, identificar la presencia de obras de protección contra el embate de la marea y oleaje. A continuación se describen estos datos.

Uso del inmueble (USO_INMUEBLE)**Dato obligatorio**

Formato: número entero [1 al 33]

Se debe seleccionar el uso principal del edificio de acuerdo al Catálogo 3-2. Si en el catálogo no se encuentra la opción exacta, se deberá seleccionar la que de acuerdo al criterio del usuario se aproxime más al uso de la estructura. La importancia de indicar el uso se debe a que el diseño de las estructuras está en función del mismo, y el sistema toma en cuenta estas consideraciones. El uso del edificio es importante también porque define el tipo de contenidos y su vulnerabilidad.

Es común que una misma póliza contenga varios inmuebles con varios usos por lo que se recomienda introducir cada uno de ellos, con sus respectivos valores, para que el cálculo de las pérdidas sea más preciso.

Catálogo 3-2 Uso del inmueble

	Uso del inmueble	Tipo
1	Casa habitación	Edificio
2	Casa habitación (lujo)	
3	Departamento	
4	Departamento (lujo)	
5	Vivienda (crédito hipotecario)*	
6	Oficina	
7	Hotel	
8	Escuela	
9	Hospital, clínica, sanatorio	
10	Tienda departamental, centro comercial, comercio y tienda en general	
11	Restaurante, Bar, Salón de Baile, Centro nocturno	
12	Bodega con contenidos no vulnerables al agua (plásticos, vidrio, llantas, entre otros)	
13	Bodega con contenidos mixtos, vulnerables y no al agua	
14	Bodega con contenidos vulnerables al agua (equipo eléctrico, electrónico, alimentos, cemento, papel, entre otros)	
15	Fábrica	
16	Tienda departamental, centro comercial, comercio y tienda en general	Nave Industrial
17	Restaurante, Bar, Salón de Baile, Centro nocturno	
18	Bodega con contenidos no vulnerables al agua (plásticos, vidrio, llantas, entre otros)	
19	Bodega con contenidos mixtos, vulnerables y no al agua	
20	Bodega con contenidos vulnerables al agua (equipo eléctrico, electrónico, alimentos, cemento, papel, entre otros)	
21	Fábrica	
22	Gasolineras	
23	Antenas y torres de transmisión y recepción	Otros
24	Albercas	
25	Anuncios y rótulos	
26	Caminos, andadores, calles, guarniciones y patios	
27	Tanques o silos	
28	Elementos decorativos de áreas exteriores	
29	Instalaciones y canchas deportivas	
30	Luminarias	
31	Muros de contención de concreto armado, bardas, rejas y mallas perimetrales (incluye puertas y portones)	
32	Palapas y pérgolas	
33	Sistemas de riego incluyendo tuberías	

* Se distingue vivienda hipotecaria porque en esta no será obligatorio el número de pisos del edificio.

De los usos mostrados en el Catálogo 3-2 se distinguen tres grupos, aquellos en estructuras tipo edificio, tipo industrial y otros. A continuación se describen de manera general los dos primeros (Figura 3-5):

- **Tipo Industrial.** Sistemas estructurales que en general se usan para fábricas, talleres, almacenes, bodegas y plantas de ensamble, entre otras. Algunas edificaciones de uso comercial pueden tener una estructura tipo industrial como casi todas las tiendas de autoservicio formados por estructuras de grandes claros de un solo nivel.
- **Tipo Edificio.** Es el tipo más común. Consta de columnas, trabes, losas y muros rígidamente unidos en todos los niveles.

El sistema no podrá calcular pérdidas de los siguientes usos, ya sea por la complejidad que implica o por la poca frecuencia en que estos se aseguran:

- **Presas.** Son estructuras tan complejas y tan importantes que hacer un cálculo aproximado es sumamente riesgoso ya que contendrá incertidumbres enormes
- **Carreteras.** Para calcular pérdidas de manera confiable de este tipo de infraestructura se requerirá preguntar muchos datos, lo que haría muy complejo el uso del RH-MEX.

Número de pisos (NUM_PISOS)

Dato **obligatorio**

Formato: número entero [1 al 57]

Corresponde al número de pisos que tiene el edificio que se quiere evaluar. El número de pisos se debe contar a partir de la planta baja, sin incluir sótanos. En caso de que el edificio se ubique en una loma y por la pendiente del terreno esté escalonado, el número de pisos debe de contarse a partir del piso más bajo. Cuando existan mezzanines se deben contar estos como pisos. Algunos ejemplos de estos casos se muestran en la Figura 3-6.

El número de pisos tiene una utilidad primordial en el caso de riesgo por viento, inundación (por marea, oleaje, tsunami o lluvia) y granizo. Con este dato se determina si el edificio que se está analizando es de materiales ligeros o pesados, lo cual es determinante en el cálculo de pérdidas por viento y granizo; en general, construcciones de más de 3 niveles tienen losas de entrepiso pesadas y la estructura es robusta, mientras que construcciones de pocos niveles pueden tener cubiertas muy ligeras, estructuras esbeltas y por lo tanto son más riesgosas ante viento y la caída de granizo. En el caso de inundación el número de pisos permite al sistema determinar el porcentaje de daño a contenidos en función del número de niveles debido a una altura máxima de ola sobre el nivel medio del mar o lluvia máxima acumulada.

La CNSF ha autorizado que durante un período de transición para los créditos hipotecarios este campo sea optativo. En estos casos, cuando el usuario no indique un número de pisos el sistema asumirá que el bien asegurado tiene un solo piso.



(a) Edificaciones industriales



(b) Edificaciones tipo edificio (vivienda, izquierda, y oficinas, derecha)

Figura 3-5 Ejemplos de diferentes tipos de inmuebles en función de su estructuración.

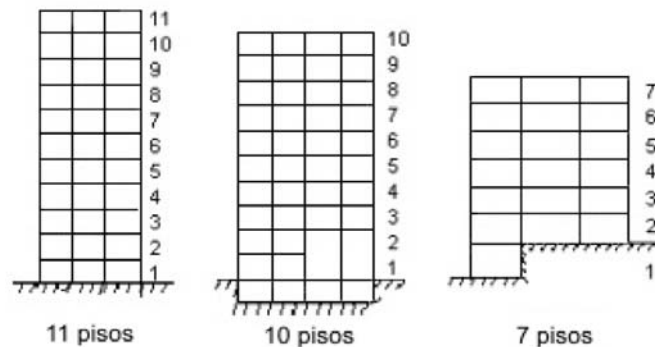


Figura 3-6 Ejemplos de edificios con diferente número de pisos.

Para los usos que corresponden a otros tipos (usos 23 a 33) el sistema considerará *número de pisos* igual a uno.

Piso (PISO)

Dato optativo

Formato: número entero [1 al 57]

Corresponde al piso en que está ubicado el bien asegurado. Esto es relevante en el caso de viviendas y oficinas aseguradas que no abarcan todo el edificio, sobre todo cuando están ubicados en pisos superiores que no son vulnerables a inundación por maremoto, marea de tormenta, lluvia o desbordamiento de ríos. Para el caso de vivienda hipotecaria donde no se indicó el número de pisos del edificio pero si se indica el campo de *piso* el sistema tomará éste como válido para el cálculo de pérdidas. Si no se conoce se deberá dejar este campo vacío.

Cuando no se ingrese este dato, para el uso de departamento (3 y 4) el sistema asignará que el inmueble asegurado se ubica en *primer nivel*, para los usos restantes el inmueble asegurado se considera el *edificio completo*.

Tipo de cubierta (TIPO_CUBIERTA)

Dato obligatorio

Formato: número entero [1 al 4]

Se deberá especificar el peso del material predominante y el diseño de la cubierta del inmueble. La cubierta se considera ligera si está construida por alguno de los siguientes elementos: lámina metálica, lámina translúcida, lámina de asbesto, sistemas prefabricados de láminas y aislantes térmicos y láminas engargoladas, entre otros. La cubierta se considera pesada si está construida a base de alguno de los siguientes elementos: losas de concreto, elementos prefabricados de concreto y losacero con capa de compresión de concreto, entre otros. Se deberá indicar una de las siguientes opciones. Si no se conoce se deberá dejar el campo vacío.

1. Cubierta pesada.
2. Cubierta ligera sin diseño estructural o artesanal.
3. Cubierta ligera con diseño genérico.
4. Cubierta ligera con diseño específico (existe memoria de cálculo basada en algún reglamento o código que considere explícitamente las fuerzas y acciones propias del sitio).

Este dato es relevante en riesgos por viento y granizo, ya que el tipo de cubierta establece una marcada diferencia en la vulnerabilidad de las construcciones. Para el caso de edificios este campo se ignorará ya que todos ellos tienen cubierta pesada y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.

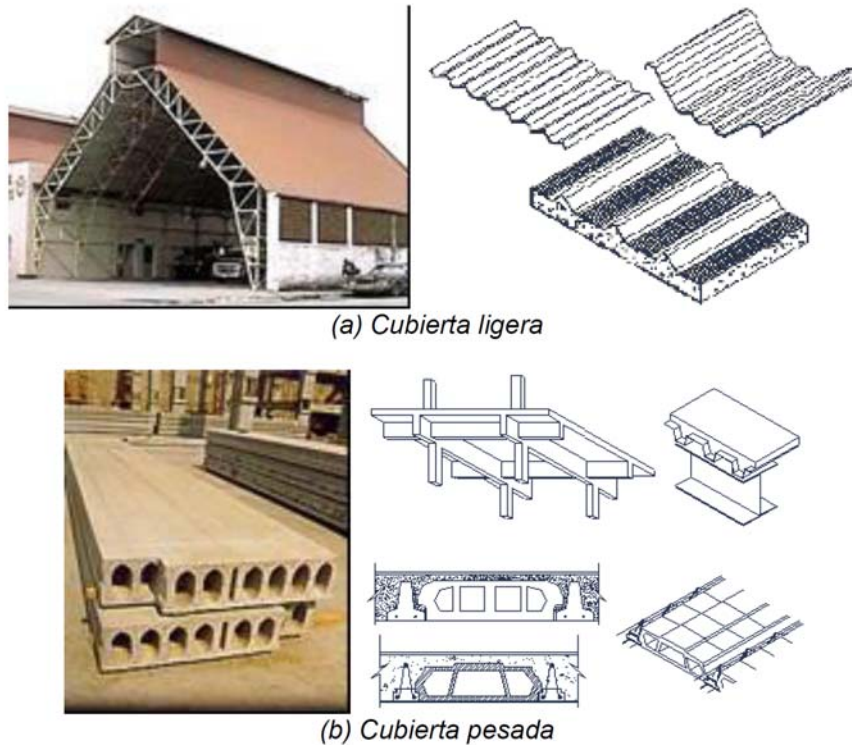


Figura 3-7 Ejemplos de naves industriales con diferente cubierta.

Forma de la cubierta (FORMA_CUBIERTA)

Dato opcional

Formato: número entero [1 al 5]

Se deberá especificar la forma de la cubierta. Los techos horizontales son muy vulnerables ante la acción del viento al presentarse succiones que tratan de desprender la cubierta de sus soportes; los techos inclinados y curvos son menos vulnerables ante la acción del viento. En los techos en forma de sierra se generan vórtices o remolinos que tienden a dañar algunas zonas. La inclinación de las cubiertas es también muy importante ante la acumulación de granizo. Si no se conoce este dato se deberá dejar el campo vacío. Se deberá indicar:

1. Horizontal
2. Inclinada con pendiente media, si es aproximadamente menor que 30 grados
3. Inclinada con pendiente alta, si es aproximadamente mayor que 30 grados
4. Forma de sierra
5. Forma curva

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará forma *inclinada con pendiente media* para los usos que corresponden a naves industriales (16 al 22) y si el campo de “tipo de cubierta” corresponde a cubierta ligera (2 al 4); en los usos que corresponden a edificio (1 al 15) el sistema asignará forma *horizontal* si en campo de tipo de cubierta corresponde a cubierta pesada (1) y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.

Irregularidad en planta (IRRE_PLANTA)

Dato opcional

Formato: número entero [1 al 3]

La irregularidad en planta se refiere a una distribución asimétrica de los cuerpos que forman el inmueble, configuraciones típicas con mucha irregularidad en planta son (Figura 3-8):

- *Edificios asimétricos* por su forma en planta, como triangulares y con frentes curvos, entre otras.
- *Edificios muy alargados en planta*. Se considera que un edificio es alargado (irregular) cuando la relación largo/ancho excede de 2.
- *Edificios con proyección en planta en forma de L, T, H, U o similares*, en los que la proyección de la parte saliente excede el 20% de la dimensión total del edificio.

Ante la acción del viento, en las estructuras con planta irregular se generan vórtices o remolinos que incrementan la velocidad del viento en algunas zonas del inmueble asegurado, aumentando los daños y pérdidas. Se deberá indicar cualquiera de las siguientes opciones o, si no se conoce este dato, dejar el campo vacío:

1. Irregularidad nula
2. Poca irregularidad
3. Mucha irregularidad

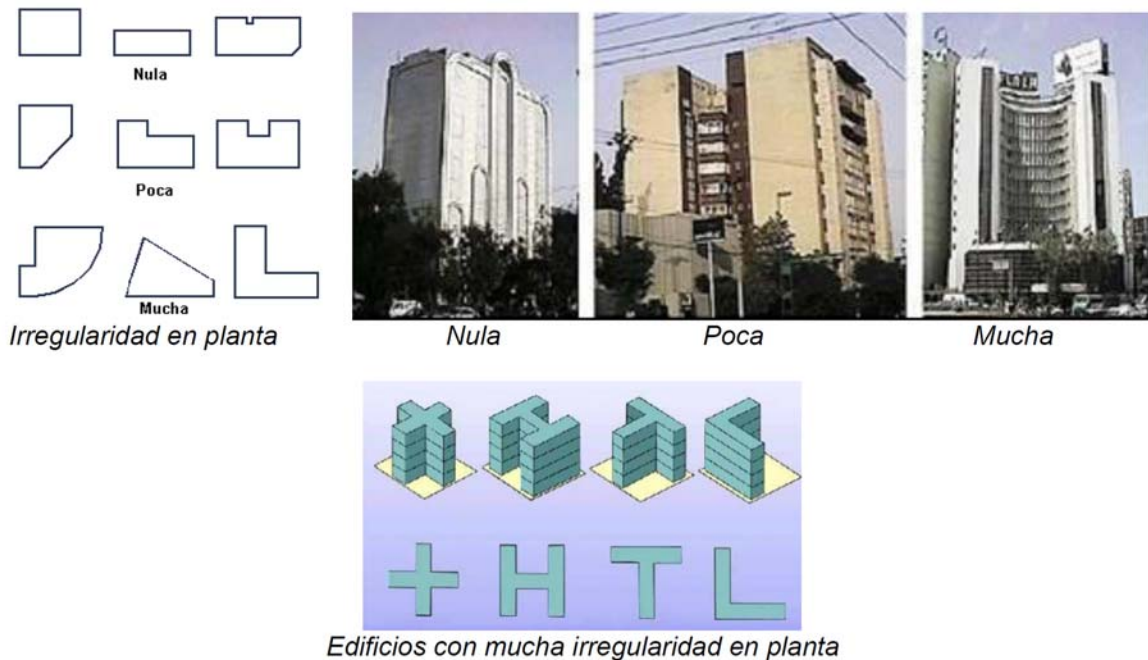


Figura 3-8 Ejemplos de irregularidades en planta

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará *poca irregularidad* en todos los usos a excepción de casa habitación (1) donde el sistema asignará *irregularidad nula*; para el caso de los usos 2, 3, 4 y 7 el sistema asignará *mucha irregularidad* si el inmueble se localiza en primera línea frente al mar y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

Cerca de postes, anuncios espectaculares o árboles (OBJETOS_CERCA)

Dato opcional

Formato: número entero [1, si hay objetos; 2, no hay objetos]

La presencia de postes de luz o teléfono, anuncios espectaculares, árboles u otros objetos de gran tamaño que puedan colapsar por la acción del viento directamente sobre una parte del bien asegurado representan un claro peligro que debe tomarse en cuenta. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío el campo.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema considerará que **si hay objetos** cerca del inmueble y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

Objetos en azotea que puedan desprenderse (AZOTEA)

Dato opcional

Formato: número entero [1: si tiene objetos; 2: no tiene objetos]

Los objetos como tejas, antenas parabólicas, anuncios espectaculares, equipo de telecomunicaciones, antenas para radio y equipos de aire acondicionado y ventilación, colocadas en la azotea del inmueble asegurado, son propensos a desprenderse y caer por la acción de fuertes vientos. Esto además de representar un daño directo puede provocar otros daños en el inmueble. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema considerará que **si tiene objetos** en azotea a excepción de los usos 1, 3, 5, 8 y 22 en los que se considerará que **no tienen objetos** y para los usos 23 a 33 este campo no se tomará en cuenta.

Tamaño de cristal en fachadas (TAMAÑO_CRISTAL)***Dato opcional***

Formato: número entero [1 a 3]

Se deberá definir de manera aproximada el tamaño de los cristales expuestos en el inmueble asegurado de acuerdo con el siguiente criterio:

1. Chicos, menores a 0.5 metros cuadrados
2. Medianos, entre 0.5 y 1.5 metros cuadrados
3. Grandes, mayores a 1.5 metros cuadrados

El tamaño del cristal o vidrio se definirá por el área independiente dentro del marco de apoyo de cada uno, el cual funciona como soporte y hacia el cual se transmite la presión ejercida por el viento. Los cristales grandes son más vulnerables que los cristales chicos (si cuentan con igual espesor) ante las fuerzas originadas por viento o el impacto de objetos y granizo. Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará tamaño de cristales *grandes* para los usos 2, 4, 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos 6, 8 y 9 considerará cristales *medianos* y para los usos restantes cristales *chicos* con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Tipo de ventanas (TIPO_VENTANAS)***Dato opcional***

Formato: número entero [1 al 3]

Se deberá definir la vulnerabilidad de cristales y su protección en las ventanas y ventanales de las fachadas. Los cristales templados presentan una mayor resistencia a la presión del viento o el impacto de granizo debido a las propiedades mecánicas adquiridas en su fabricación. Lo mismo sucede, aunque de manera más obvia, con los tapiales y las cortinas anticiclónicas. Las películas plásticas en cristales proporcionan protección contra el daño que pueden ocasionar objetos arrastrados por el viento como ramas de árbol, tejas y láminas, entre otros, o el daño por el impacto de granizo; lo cual contribuye a reducir el daño al interior del inmueble y contenidos. Se deberá indicar el tipo de vulnerabilidad que más se adapte al inmueble de acuerdo con las siguientes opciones.

1. Baja, ventanas que cuentan con cortina anticiclónica, tapial estructural o películas plásticas, independientemente del espesor de los cristales.
2. Media, ventanas que cuentan con cristales gruesos, cristales templados o tapial simple de madera. Se consideran cristales gruesos aquellos con espesor mayor que 10 mm,
3. Alta, ventanas que cuentan con cristales de poco espesor sin tapiales ni cortinas anticiclónicas. Se consideran cristales de poco espesor aquellos con espesor menor que 10 mm.

Es posible que un mismo inmueble cuente con distintos tipos de ventana, por ejemplo, que en la planta baja existan cortinas anticiclónicas y en el resto solo tapiales o cristales expuestos de cualquier tipo. En este caso se deberá indicar el tipo de ventanas predominante en el inmueble.

Si se desconoce este dato deberá dejarse vacío el campo. Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará ventanas con mediana vulnerabilidad en todos los usos y para el caso de otros tipos (usos 23 a 33) este campo no se tomará en cuenta.

Tipo de domos (TIPO_DOMOS)***Dato opcional***

Formato: número entero [1 al 4]

Se deberá definir la vulnerabilidad de domos y tragaluces. Los cristales templados presentan una mayor resistencia a la presión del viento o el impacto de granizo debido a las propiedades mecánicas adquiridas en su fabricación. Lo mismo sucede, aunque de manera más obvia, con los tapiales y las cortinas anticiclónicas. Las películas plásticas en cristales proporcionan protección contra el daño que pueden ocasionar objetos arrastrados por el viento como ramas de árbol, tejas y láminas, entre otros, o el daño por el impacto de granizo; lo cual contribuye a reducir el daño al interior del inmueble y contenidos. Se deberá indicar el tipo de vulnerabilidad que más se adapte al inmueble de acuerdo con las siguientes opciones.

1. Nula, el inmueble no tiene domos.
2. Baja, domos que cuentan con cortina anticiclónica, tapial estructural o películas plásticas, independientemente del espesor de los cristales.
3. Media, domos que cuentan con cristales gruesos, cristales templados o tapial simple de madera. Se considera cristales gruesos aquellos con espesor mayor a 10 mm.
4. Alta, domos que cuentan con cristales de poco espesor o de acrílico, sin tapiales ni cortinas anticiclónicas. Se consideran cristales de poco espesor aquellos con espesor menor que 10 mm.

Es posible que un mismo inmueble cuente con distintos tipos de domo. En este caso se deberá indicar el tipo de domo predominante en el inmueble.

Si se desconoce este dato deberá dejarse el campo vacío. Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará vulnerabilidad media en los usos 2, 4, 6, 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos restantes considerará vulnerabilidad nula con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Soporte de ventanas (SOPORTE_VENTANA)

Dato opcional

Formato: número entero [1 al 3]

Se debe definir el tipo de apoyo de cristales en fachadas (ventanas y ventanales) y techos (domos y tragaluces). Aquellos cristales de ventanas, ventanales, domos o tragaluces que no cuentan con marcos de apoyo rígidos como aluminio, acero o madera y en su lugar se colocan apoyos de cristal o pequeños herrajes, resultan muy vulnerables a la presión ejercida por el viento, ya que no representan un apoyo adecuado. Si no se cuenta con el dato se deberá dejar el campo vacío. Se deberá indicar:

1. Soporte sin diseño estructural o artesanal, basado en la experiencia del personal que realiza la instalación de ventanas y que no cuenta con conocimientos técnicos sobre la reglamentación vigente.
2. Soporte con diseño genérico, donde no se toman en cuenta las condiciones locales a que se encontrará expuesto el elemento instalado, como es el caso de ventanas fabricadas en grandes lotes que se venden con elementos de anclaje a separaciones estándar.
3. Soporte con diseño específico, donde existe una memoria de cálculo basada en algún reglamento o código que considere explícitamente las fuerzas y acciones propias del sitio.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará soporte sin diseño estructural o artesanal en los usos 1 al 5 y 8; para el uso 9 considerará soporte con diseño específico; para los usos restantes considerará soporte con diseño genérico con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Porcentaje de cristal en fachadas (PORCENTAJE_CRISTAL_FACHADAS)

Dato opcional

Formato: número entero [1 a 3]

Se deberá especificar el porcentaje total aproximado de área expuesta o recubierta con cristal en las fachadas respecto al área total expuesta. Las edificaciones que presentan grandes áreas de cristal presentan mayores daños ante la acción del viento y el impacto de granizo. Existen edificios cien por ciento cubiertos por cristales. El porcentaje mínimo a indicar en este campo es el que resulte de cuantificar solamente el área de las ventanas (Figura 3-9a). Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. Porcentaje Bajo, menor al 30%.
2. Porcentaje Medio, entre 30 y 60%.
3. Porcentaje Alto, mayor al 60%.

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará *porcentaje alto de cristal* en los usos 6, 7 y 22; para los usos 2, 4, 9, 10, 11, 16 y 17 considerará *porcentaje medio*; para los usos restantes considerará *porcentaje bajo* con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Porcentaje de domos (PORCENTAJE_DOMOS)**Dato opcional****Formato: número entero [1 a 4]**

Se deberá especificar el porcentaje total aproximado de área expuesta o recubierta con domos respecto al área total de la azotea del edificio. Las edificaciones que presentan grandes domos presentan mayores daños ante la acción de vientos (Figura 3-9b) y el impacto de granizo. Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. Porcentaje Nulo, 0%.
2. Porcentaje Bajo, menor al 10%.
3. Porcentaje Medio, entre 10 y 25%.
4. Porcentaje Alto, mayor al 25%.

*(a) Vitral en fachada**(b) Domos y tragaluces***Figura 3-9** Ventanas y vitrales en fachadas, y domos y tragaluces

Cuando no se ingrese este dato, si el campo “tipo de domos” contiene la opción “nula vulnerabilidad” el porcentaje de domos será nulo (1); si el campo “tipo de domos” contiene cualquier otra opción el sistema asignará porcentaje medio de domos en los usos 7, 10, 11, 16 y 17; para los usos restantes considerará porcentaje bajo con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Tablarroca, plástico y lámina en fachada (OTROS_FACHADA)**Dato opcional****Formato: número entero [1 a 4]**

Se deberá especificar de manera general la presencia de materiales frágiles como la tablarroca, plástico o lámina en las fachadas, techos y plafones expuestos. Estos materiales ceden fácilmente ante las fuerzas de viento y dejan aberturas que desencadenan otros daños, muchas veces mayores a la falla misma de aquéllos. Se deberá indicar alguna de las siguientes opciones o dejar el campo vacío si no se conoce este dato.

1. No tiene (0% del área expuesta en fachadas y techos).
2. Contiene estos materiales solo en algunas partes (menor al 20% del área expuesta en fachadas y techos).
3. Contiene estos materiales en muchas áreas (entre el 20% y 50% del área expuesta en fachadas y techos).
4. Presencia generalizada (mayor al 50% del área expuesta en fachadas y techos).

Cuando no se ingrese este dato, el sistema asignará que no tiene materiales en fachada para los usos 1 al 3, 5 y 8; para los usos 6, 7, 10 y 11 considerará que contiene estos materiales en muchas áreas; para los usos 16 al 22 asignará presencia generalizada de estos materiales; para los usos restantes considerará que contiene estos materiales solo en algunas partes con excepción de los usos 23 a 33 donde este campo no se tomará en cuenta.

Tipo de muro de contención (MUROS_CONTENCION)**Dato *opcional****Formato: número entero [1 al 4]*

Se deberá indicar el tipo de muro de contención hacia el mar, río o laguna, o dejar el campo vacío si no se conoce este dato:

1. Concreto reforzado con cimentación profunda
2. Concreto reforzado con cimentación superficial
3. Mampostería de piedra o tabique
4. Sin muro

Cuando no se ingrese este dato, si el inmueble se ubica en primera línea frente al mar el sistema considerará muro de concreto reforzado con cimentación superficial para los usos 3, 4 y 6 a 9; si esta fuera de primera línea asignará sin muro para todos los usos.

4. Definición de datos para pólizas colectivas y pólizas con contratos de reaseguro a capas

En esta sección se establecen los datos que identifican las características de las pólizas colectivas y las pólizas con capas. La manera en que se ingresan este tipo de pólizas es utilizando una base con la misma estructura mostrada para los inmuebles independientes, pero vinculando estos inmuebles a una sola póliza colectiva mediante un encabezado que contiene datos de referencia de la misma (fig. 4-1). Este encabezado es también empleado para definir las capas que indican los valores globales y las variables de reaseguro.

Las pólizas colectivas son aquellas que amparan dos o más inmuebles con un límite de responsabilidad único por lo que al menos deben contener una capa que defina este límite o varias capas que definan los esquemas de reaseguro comunes para todos los inmuebles.

Una póliza individual puede tener capas (seguro no proporcional) sólo si ésta comparte un límite máximo de responsabilidad único para todos sus rubros (inmueble, contenidos, consecuenciales y bienes bajo convenio), para lo cual se debe definir un encabezado igual al de las pólizas colectivas y de la misma manera los esquemas de capas para definir el reaseguro no proporcional. En resumen, una póliza individual puede tener capas sólo si se modela como una póliza colectiva de un solo registro.

NumeroPoliza	TipoPoliza	FechaInicio	FechaFin	
1-5002050080-3919	2	01/01/2006	31/12/2006	
NUM_REGISTRO	FECHA_INICIO	FECHA_FIN	INM_VALOR_ASEGURABLE	
1	01/01/2007	31/12/2007	4663.3	
2	01/01/2007	31/12/2007	6830.6	
3	01/01/2007	31/12/2007	6832.13	
4	01/01/2007	31/12/2007	7683.07	
5	01/01/2007	31/12/2007	10069.1	
6	01/01/2007	31/12/2007	12496.7	
7	01/01/2007	31/12/2007	13070.45	
8	01/01/2007	31/12/2007	13578.25	
9	01/01/2007	31/12/2007	14368.4	
10	01/01/2007	31/12/2007	14795.95	

Figura 4-1 Esquema de póliza colectiva**Número de póliza como llave primaria (NumeroPoliza)****Dato *obligatorio****Formato: caracteres alfanuméricos*

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar cada póliza colectiva o con capas. Este dato es alfanumérico y al igual que el campo de *Número de póliza* de cada inmueble, definido y comentado en el capítulo 1, este campo no deberá repetirse en otras pólizas colectivas.

Este campo también se emplea para vincular una póliza colectiva o con capas con varios inmuebles independientes, los inmuebles que se ingresan a estas pólizas deben tener exactamente el mismo *Número de póliza* que el utilizado en este campo, incluyendo mayúsculas, minúsculas y caracteres especiales.

Tipo de póliza colectiva (TipoPoliza)**Dato obligatorio**

Formato: número entero [1 ó 2]

Este campo identifica el tipo de póliza colectiva con las siguientes opciones:

1. Semi-agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, y tanto el deducible como el coaseguro se toma de cada inmueble
2. Agrupadas: Comparten el mismo límite máximo de responsabilidad, deducible y coaseguro de manera global.

Estas opciones son igualmente aplicables a pólizas independientes que se modelan como colectivas para ingresar esquemas de reaseguro por capas.

Fecha de inicio de póliza colectiva (FechaInicio)**Fecha de terminación de póliza colectiva (FechaFin)****Datos obligatorios**

Formato: dd/mm/aaaa

Estos datos se refieren a la fecha de inicio y fin de vigencia de la póliza colectiva o con capas y tienen las mismas características que las fechas de vigencia de las pólizas individuales. El sistema, por convención, considerará el día de inicio de la vigencia de 24 horas; si la fecha de corte coincide con la fecha de inicio de una póliza, el sistema toma como vigente dicha póliza. También, por convención, el sistema considerará el último día de vigencia de la póliza de cero horas; si la fecha de valuación de la reserva coincide con la fecha de finalización de una póliza el sistema toma como fuera de vigencia dicha póliza. Para el caso de *créditos hipotecarios* que requieran un cálculo del mes completo deberá ponerse como fecha de terminación el primer día del mes siguiente.

Al ingresar una póliza colectiva o con capas los datos de fecha de inicio y fin de cada inmueble (Tabla Uno) no se toman en cuenta ya que sólo se toman de forma global las fechas de vigencia definidas en este campo (tabla dos).

Definición de Capas

En esta parte se explican los campos necesarios para el ingreso de capas para definir reaseguro no proporcional en pólizas colectivas e independientes. Cada póliza puede tener un número diferente de capas las cuales corresponden a diferentes contratos de reaseguro con varias compañías y con diferentes límites y prioridades, las capas se definen por el número de renglones de la tabla correspondiente. En la figura 4.2 se ilustran dos pólizas con cuatro capas cada una, las capas corresponden a una póliza semi-agrupada (tabla superior) y una agrupada (tabla inferior).

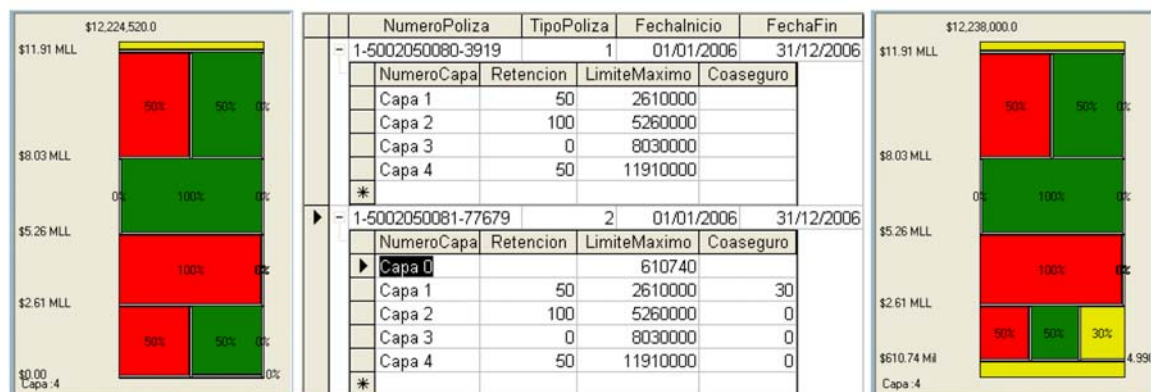


Figura 4-2 Esquema de póliza con capas. A la izquierda se ilustra el esquema de una póliza semi-agrupada la cual se ingresa mediante la tabla superior de la figura central, a la derecha se ejemplifica una póliza agrupada cuyos datos corresponden a la tabla inferior.

Descripción del número de capa (NumeroCapa)

Dato obligatorio

Formato: caracteres alfanuméricos

Se refiere a la clave que utilice el usuario para identificar el número de capa de la póliza. Este dato es alfanumérico y por claridad se recomienda ingresar la palabra "Capa" seguido del número de capa que corresponda.

Generalmente las capas empiezan desde la Capa 1, pero para la definición del deducible en pólizas agrupadas es recomendable iniciar desde la Capa 0 como lo ilustra la figura 4.2.

Porcentaje de retención por capa (Retencion)

Dato obligatorio

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje que representa la obligación que quedará a cargo de la compañía de seguros una vez descontada la parte de obligaciones cedidas en contratos de reaseguro a capas. En cada capa se debe definir un porcentaje de retención a excepción de la Capa 0 que corresponde al deducible de una póliza agrupada por lo cual este campo puede quedar vacío.

Límite de la capa (LimiteMaximo)

Dato obligatorio

Formato: número [en pesos]

Es el valor máximo del que se hace responsable la reaseguradora en la capa que participa. Para que una capa quede completamente definida se debe conocer tanto el límite como la prioridad, que es la cantidad máxima que la aseguradora decide pagar, por fines prácticos, la prioridad se toma como el límite de la capa anterior y en el caso de la primera capa, la prioridad es igual a cero. Pare el caso de pólizas agrupadas, el límite de la capa número cero (Capa 0) es el deducible de la póliza.

Coaseguro de la capa (Coaseguro)

Datos obligatorios

Formato: 0 a 100 [por ciento]

Es el porcentaje de participación del asegurado en el riesgo para la capa correspondiente.

En caso de pólizas semi-agrupadas no es necesario ingresar este valor ya que por definición estas pólizas toman el coaseguro de cada inmueble. En pólizas agrupadas el coseguro de la Capa 0 puede quedar vacío ya que como se indicó esta capa corresponde al deducible.

APÉNDICE A2.1.3.2.**PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DEL SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PRIMAS DE RIESGO Y PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO**

La entrega del sistema de cómputo, el cual se identificará como "Sistema R[®]", con el cual debe efectuarse el cálculo de la prima de riesgo y Pérdida Máxima Probable de los seguros de terremoto, para efectos de la valuación de la reserva de riesgos en curso, reserva para riesgos catastróficos y el requerimiento de capital de solvencia de los citados tipos de seguros, se realizará conforme a las instrucciones siguientes:

- I. La entrega del "Sistema R[®]" sólo se hará a las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que estén autorizadas para operar seguros de terremoto.
- II. La entrega del "Sistema R[®]", se realizará por la Dirección General de Supervisión Actuarial de la Comisión, ubicada en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre Sur, 1er. piso, Colonia Guadalupe Inn, C. P. 01020, México D. F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 en días hábiles.
- III. Para efectos de la entrega del "Sistema R[®]", podrá acudir cualquier persona, quien deberá exhibir (en original y copia) una carta del director técnico o director general de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en la cual se le autorice para recibir dicho sistema, así como original y copia de su identificación oficial.
- IV. Junto con el "Sistema R[®]", se entregará el manual de instalación y operación del mismo, el cual se encontrará en el disco de instalación que será proporcionado a las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas.
- V. La versión del "Sistema R[®]" que deberá utilizarse para valuar la prima de riesgo y la pérdida máxima probable de los seguros de terremoto es la versión 1.0. Cualquier cambio de dicha versión será dada a conocer, en su momento, mediante disposiciones administrativas de carácter general, por esta Comisión.

APÉNDICE A2.1.4.1.**FORMA Y TERMINOS PARA EL REGISTRO DE METODOS ACTUARIALES DE VALUACION DE RESERVAS TECNICAS**

El registro de los métodos actuariales de valuación de las reservas técnicas se efectuará en la forma y términos establecidos en las instrucciones siguientes.

Primera.- El registro de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas, se realizará enviando la nota técnica respectiva vía Internet, a través de la Página Web de la Comisión (www.cnsf.gob.mx).

Segunda.- Para el envío de la nota técnica de los métodos actuariales, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas, designarán previamente ante la Comisión a los operadores responsables de enviar dicha información vía remota. El número de operadores podrá ser de uno a un máximo de cuatro y la designación de los mismos se efectuará presentando escrito suscrito por el director general o equivalente de la institución o sociedad mutualista de seguros de que se trate.

Tercera.- En virtud de que los métodos de estimación deberán estar firmados por un actuario certificado, esas Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas realizarán la designación de los actuarios que estarán facultados para esos efectos. Para ello se deberá presentar un escrito suscrito por el director general o equivalente de la institución o sociedad de que se trate, de conformidad con el formato indicado en el Apéndice A.10.1.3-b del Anexo Transitorio A.10 de la presente Circular.

Cuarta.- En los casos en que se quiera cambiar a un actuario u operador conforme a lo indicado en las instrucciones anteriores, se deberá presentar igualmente un escrito suscrito por el director general en los mismos términos indicados en las instrucciones Segunda y Tercera del presente Apéndice.

Quinta.- En los casos en que se quiera dar de baja a un actuario o a un operador conforme a lo indicado en las instrucciones anteriores, se deberá presentar un escrito suscrito por el director general en formato indicado en el Apéndice A.10.1.3-b del Anexo Transitorio A.10 de la presente Circular.

Sexta.- Los actuarios facultados para firmar los métodos de valuación de reservas técnicas, deberían crear previamente una firma electrónica en el software denominado Adobe Acrobat, en donde generarán la llave pública asociada a su firma electrónica. Una vez realizado este proceso, presentarán ante la Comisión la llave pública mencionada en medio magnético, acompañada de un escrito en el formato establecido en el Apéndice A.10.1.4 del Anexo Transitorio A.10 de la presente Circular.

Séptima.- Los escritos para la designación, baja o cambios de actuarios u operadores, a que se refieren las instrucciones anteriores, se deberán presentar en la Dirección General de Informática de la Comisión, sita en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre 2 Norte, Primer Piso, Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020, México, D. F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 horas, en días hábiles.

Octava.- Para generar la llave pública se atenderá lo establecido en el "Instructivo Para la Creación y Firma de los Documentos PDF", disponible en la Página Web de la Comisión (www.cnsf.gob.mx).

Novena.- La llave pública asociada a la firma electrónica tendrá una vigencia de 5 años contados a partir de su fecha de expedición, por lo que cumplido ese plazo, se generará una nueva llave pública en términos de las presentes instrucciones.

Décima.- Para efectos del trámite de la llave pública y firma electrónica ante la Comisión, los actuarios deberán presentar el certificado vigente emitido por el colegio profesional de la especialidad o, en su caso, el documento en el que conste la acreditación de conocimientos ante esta Comisión para tal efecto.

Décima Primera.- La entrega de la llave pública y demás documentos señalados en la presente Disposición, se llevará a cabo en la Dirección General de Informática de la Comisión, sita en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre 2 Norte, Primer Piso, Col. Guadalupe Inn, C.P. 01020, México, D.F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 horas, en días hábiles.

Décima Segunda.- Los actuarios sólo estarán habilitados en el sistema de registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas en tanto mantengan vigente su certificación o acreditación para valorar reservas, por lo que concluido el plazo de vigencia, deberán comprobar la obtención de un nuevo certificado o acreditación, o en su caso, el refrendo respectivo.

Los interesados podrán solicitar generar las llaves públicas referidas en la presente Disposición al momento de realizar la entrega de sus documentos, en la Dirección General antes citada.

Para el registro o modificación de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas, esas Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas remitirán a esta Comisión vía Internet, la carta de solicitud de registro, la nota técnica y en su caso, la opinión del actuario independiente, en un solo documento en formato PDF (Portable Document Format), elaborado mediante el software denominado Adobe Acrobat.

El documento mencionado, que incluye la nota técnica de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas a registrar, deberá ser firmado electrónicamente por el actuario certificado.

La firma electrónica del documento, se realizará conforme al “Instructivo Para la Creación y Firma de los Documentos PDF”, disponible en la Página Web de esta Comisión (www.cnsf.gob.mx).

Décima Tercera.- Para todo lo relativo a la captura, envío y recepción de información a través de la página Web de esta Comisión (www.cnsf.gob.mx), incluyendo la remisión de archivos, se observará lo señalado en el documento “Instructivo para el registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas a través de la página web de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas” disponible en la propia Página Web de esta Comisión.

En lo referente al proceso de creación de archivos, aplicación de opciones de seguridad, firmas electrónicas y demás elementos técnicos relacionados con los documentos en formato PDF, esas Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas se apegarán al documento “Instructivo para la Creación y Firma de los Documentos en formato PDF”, disponible en la Página Web de esta Comisión (www.cnsf.gob.mx).

Décima Cuarta.- Cuando las solicitudes de registro de métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas cumplan con las validaciones de recepción, el sistema emitirá de forma automática una confirmación de la recepción del trámite para el registro del método actuarial respectivo.

El trámite para el registro de los métodos actuariales para la valuación de reservas técnicas sólo podrá acreditarse con los documentos que cumplan con las validaciones propias del Adobe Acrobat, relativas a la autenticidad de las firmas electrónicas, y que no presenten alteraciones.

Décima Quinta.- Para efectos de inspección y vigilancia, esas Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas mantendrán respaldados los archivos de los documentos en formato PDF, no obstante que el método actuarial de que se trate, haya quedado registrado ante esta Comisión, la cual emitirá un oficio que acredite tal registro.

Décima Sexta.- Esta Comisión podrá requerir a esas Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas el reenvío de la información relativa al registro de un método actuarial para la valuación de reservas técnicas, cuando los archivos enviados contengan virus informáticos o no puedan visualizarse debido a problemas técnicos.

APÉNDICE A2.1.8.1.

ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL NO. 02 Y ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL NO. 04 (ADOPTADOS POR EL COLEGIO NACIONAL DE ACTUARIOS, A.C.)

“ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL No. 02” (adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.):

“México, enero de 2003. Revisado en agosto de 2003.”

“CALCULO ACTUARIAL DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO PARA LOS SEGUROS DE CORTO PLAZO (VIDA Y NO-VIDA)”

“Preámbulo

“El presente documento resume los principales lineamientos y criterios generales que el actuario debe considerar en la determinación o cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo, independientemente del ramo al que correspondan. Estos lineamientos fueron desarrollados con el fin de proporcionar una guía práctica para la realización de esta tarea. Los mismos se apegan al marco legal aplicable en materia de seguros, sin perjuicio de las necesidades o propósitos de tipo comercial de las entidades aseguradoras, ni de los valores específicos que, para efectos regulatorios, se establezcan para los parámetros considerados en estos lineamientos con el propósito de incorporar márgenes prudenciales que garanticen con un elevado grado de certidumbre el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Asimismo, enunciar criterios de carácter y aplicación general, sin abarcar casos específicos que por sus características requieran de consideraciones especiales, mismos que deberán ser tratados con base en el juicio y experiencia profesional del actuario, respetando siempre los principios sobre los cuales fueron sustentados estos estándares.

“El grupo de trabajo encargado del desarrollo de este estándar estuvo conformado por miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.

“Con el propósito de hacerlo del conocimiento del gremio actuarial, así como para recabar todas las observaciones y sugerencias de los actuarios involucrados e interesados en este tema, un primer borrador fue sometido a un proceso de auscultación entre los miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C. y del Colegio Nacional de Actuarios, A.C., a fin de incorporar los comentarios pertinentes.

“Este documento corresponde a la versión final del estándar, el cual ha sido adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.

“Sección 1.**“Propósito, alcance y fecha de aplicación**

“1.1 Propósito.- El propósito de este estándar es establecer los elementos y criterios que deben ser considerados en el proceso del cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo en los ramos de vida, daños, accidentes, enfermedades y salud, sin considerar el efecto del reaseguro. Los elementos contenidos en este estándar son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejerzan su profesión para instituciones y sociedades mutualistas de seguros que operen en México.

“1.2 Alcance.- Este estándar de práctica fue elaborado para la determinación de la reserva de riesgos en curso de seguros de corto plazo, desde el punto de vista actuarial, sin considerar situaciones especiales que pudieran presentarse como consecuencia de requerimientos de tipo comercial o restricciones estatutarias.

“Los elementos contenidos en este estándar fueron definidos en términos generales y es factible que se presenten situaciones que no estén explícitamente contempladas en los mismos. Corresponderá al actuario involucrado, con base en su mejor juicio y criterio, la resolución de los casos no previstos o de aquellos para los cuales este estándar no se considere aplicable.

“1.3 Fecha de aplicación.- 1 de enero de 2004.

“Sección 2.**“Antecedentes y situación actual**

“La constitución de reservas técnicamente suficientes, en las diferentes operaciones de seguro, constituye un factor decisivo para mantener la solvencia del negocio y es la base fundamental para garantizar el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Los lineamientos que aquí se presentan están orientados a:

- “Establecer los principios sobre los cuales se sustenta una reserva de riesgos en curso suficiente.
- “Definir los conceptos y elementos que deben ser considerados en su determinación.
- “Señalar las características generales que deben tener los procedimientos actuariales válidos para la valuación de la reserva.
- “Definir la información con la que se debe contar para sustentar el cálculo actuarial de la reserva, así como los requerimientos mínimos para garantizar que dicha valuación cumple con los principios establecidos en estos estándares.

“Es importante mencionar que históricamente, en México, el proceso de valuación de la reserva de riesgos en curso se ha realizado con base en el conocimiento, experiencia práctica y criterio del actuario responsable, apoyado fundamentalmente en la prima de tarifa cobrada, la información estadística disponible y la normatividad establecida para cada ramo y tipo de seguro.

“Por otra parte, cabe señalar que tradicionalmente se ha venido aplicando el criterio de que las primas se devengan en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido.

“El grupo de trabajo reconoce que en el futuro deberán desarrollarse mejoras y estándares adicionales, para considerar otros aspectos específicos relacionados con el cálculo actuarial de las reservas de riesgos en curso.

“Sección 3.**“Definiciones**

“Para efectos de la aplicación de los estándares de práctica actuarial, se han definido los siguientes conceptos:

“3.1 Cálculo actuarial.- Se refiere al procedimiento con el que se determina el valor de la *prima de tarifa suficiente* de un seguro, la *reserva de riesgos en curso* correspondiente, o cualquier variable, parámetro o medida relacionada con un riesgo asegurado, considerando que dicho procedimiento deberá poder incorporar las características contingentes de la ocurrencia de dicho riesgo asegurado.

“3.2 Costos de administración.- Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros de corto plazo.

“3.3 Costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales.- Refleja el monto esperado de los siniestros del riesgo en cuestión y de otras obligaciones contractuales actualizados por el impacto de las variaciones en los precios relacionados a dichos siniestros y obligaciones, considerando, en su caso, el efecto de deducibles, coaseguros, salvamentos y recuperaciones, así como el margen para desviaciones y la provisión para gastos de ajuste y otros gastos relacionados con el manejo de los siniestros, si son aplicables.

“En el caso de riesgos de naturaleza catastrófica, debe considerar el costo anual de siniestralidad que corresponda, en función del tipo de riesgo y el periodo de recurrencia considerado en el modelo de cálculo utilizado.

“3.4 Información confiable.- Es aquella cuya fuente y forma de generación sea conocida, comprobable y veraz, o que sea generada y publicada por una institución reconocida a nivel nacional o internacional.

“3.5 Información homogénea.- Se refiere a que los datos estadísticos utilizados para el cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso deben corresponder a unidades (personas o cosas) expuestas, en condiciones iguales o similares, a riesgos del mismo tipo.

“3.6 Información suficiente.- Aquella cuyo volumen de datos permite la aplicación de métodos estadísticos o modelos de credibilidad y que abarca todos los aspectos relacionados con la valoración del riesgo en cuestión.

“3.7 Margen de utilidad.- Es la contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecidas por la empresa que asume el riesgo.

“3.8 Nota técnica.- Es el documento que describe la metodología y las bases aplicadas para el *cálculo actuarial de la prima de tarifa suficiente y la valuación de la reserva de riesgos en curso* y en el que conste la aplicación del presente estándar de práctica actuarial. En este documento deben incluirse de manera específica: la definición clara y precisa del riesgo y de las obligaciones contractuales cubiertas, las características, alcances, limitaciones y condiciones de la cobertura, las definiciones, conceptos, hipótesis y procedimientos empleados y, en su caso, las estadísticas y datos utilizados en la valoración del riesgo, así como las fuentes de información y cualquier otro elemento necesario para fundamentar actuarialmente la prima resultante y la reserva de riesgos en curso correspondiente.

“3.9 Principios actuariales.- Teorías y conceptos fundamentales de uso y aplicación común en la práctica actuarial, que son generalmente aceptados y que se encuentran explicados y sustentados en la literatura nacional o internacional.

“3.10 Procedimientos actuariales.- Conjunto de métodos y técnicas científicamente sustentadas, aplicables al problema de seguros que se pretende resolver y que son congruentes con los *principios actuariales*.

“3.11 Productos financieros.- Retorno o ingreso que espera obtener razonablemente la entidad que asume los riesgos de los contratos de seguro, por la inversión de los recursos que respaldan las reservas constituidas para garantizar las obligaciones de dichos contratos y por los flujos libres producidos por éstos.

“3.12 Reserva de riesgos en curso.- Cantidad suficiente para cubrir el valor esperado de los costos futuros de *siniestralidad, y otras obligaciones contractuales* considerando adicionalmente los *costos de administración*, tomando en cuenta su distribución en el tiempo, su crecimiento real y por inflación.

“3.13 Seguros de corto plazo.- Son todos aquellos contratos de seguro con una duración igual o menor a un año, independientemente del ramo al que pertenezcan. En esta definición quedan comprendidos seguros de las operaciones de Accidentes y Enfermedades, Daños, Salud y Vida.

“3.14 Tasa técnica.- Es la tasa de interés que se utiliza para determinar el valor del dinero en el tiempo, al realizar el cálculo actuarial de la reserva.

“Sección 4.

“Principios

“Principio 1.- La reserva de riesgos en curso es la cantidad suficiente para cubrir, el valor esperado de los costos futuros, considerando el tiempo que falta por transcurrir para el vencimiento del contrato de seguro.

“Principio 2.- La determinación de la reserva de riesgos en curso debe sustentarse sobre bases actuariales, independientemente de la prima cobrada y ser congruente con las hipótesis utilizadas en el cálculo de la prima de tarifa suficiente.

“Principio 3.- Las bases para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deben revisarse periódicamente en función de las variaciones en los supuestos considerados originalmente, conforme se conozca o recopile nueva información.

“Sección 5.**“Prácticas recomendadas**

“5.1 Cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso.- El cálculo actuarial de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de corto plazo, debe realizarse considerando el tiempo transcurrido, la tasa técnica de interés y todos los costos futuros relacionados con la transferencia del riesgo, utilizando procedimientos actuariales.

“En la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, deberán utilizarse supuestos sobre la tasa técnica, basados en criterios prudenciales que consideren las políticas y portafolios de inversión de la compañía, los riesgos asociados al mismo y tomen como referencia la tasa de libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras y la inflación.

“5.2 Determinación de los costos relacionados con la transferencia del riesgo.- En la valuación actuarial de la reserva deberán contemplarse todos aquellos costos en los que incurrirá la entidad aseguradora para hacer frente a los riesgos en curso, considerando el costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, incluyendo el margen para desviaciones, así como los costos de administración, de adquisición y el margen de utilidad.

“5.3 Integración de información.- El cálculo actuarial de una reserva de riesgos en curso debe basarse en información suficiente y confiable, sobre la cartera de riesgos en curso y las variables consideradas para la determinación de la prima de tarifa suficiente.

“5.4 Primas de riesgo basadas en la experiencia de los reaseguradores.- En su caso, la valuación de la reserva de riesgos en curso, puede fundamentarse en las primas de riesgo establecidas por el mercado internacional de reaseguro, cuando no existe información confiable, homogénea y suficiente.

“Sección 6.**“Otras Recomendaciones**

“6.1 Congruencia.- En todo momento, el actuario procurará vigilar que exista congruencia entre lo establecido en las condiciones contractuales de un producto de seguros de corto plazo, la nota técnica correspondiente y el cálculo de la reserva de riesgos en curso; de no ser así, o en caso de que no le sea posible cumplir con esta responsabilidad, deberá revelarlo conforme a las políticas, normas y procedimientos aplicables.

“6.2 Documentación.- La nota técnica y cualquier otra documentación relacionada con la valoración del riesgo y los procedimientos aplicados por el actuario para la valuación de las reservas de riesgos en curso, en apego al presente estándar, debe ser resguardada por la entidad que la aplique y estar disponible para fines de consulta, seguimiento y auditoría.”

“ESTANDAR DE PRACTICA ACTUARIAL No. 04”**“México. Septiembre de 2003.”****“VALUACION ACTUARIAL DE LA RESERVA DE RIESGOS EN CURSO DE LOS SEGUROS DE LARGO PLAZO”****“Preámbulo**

“El presente documento resume los principales lineamientos y criterios generales que el actuario debe considerar en la determinación o valuación actuarial de las reservas de riesgos en curso, para los contratos de seguro de largo plazo. Estos lineamientos fueron desarrollados con el fin de proporcionar una guía práctica para la realización de esta tarea. Los mismos se apegan al marco legal aplicable en materia de seguros, sin perjuicio de las necesidades o propósitos de tipo comercial de las entidades aseguradoras, ni de los valores específicos que, para efectos regulatorios, se establezcan para los parámetros considerados en estos lineamientos con el propósito de incorporar márgenes prudenciales que garanticen con un elevado grado de certidumbre el cumplimiento de las obligaciones con los asegurados.

“Asimismo, enuncia criterios de carácter y aplicación general, sin abarcar casos específicos que por sus características requieran de consideraciones especiales, mismos que deberán ser tratados con base en el juicio y experiencia profesional del actuario, respetando siempre los principios sobre los cuales fueron sustentados estos estándares.

“El grupo de trabajo encargado del desarrollo de este estándar estuvo conformado por miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.

“Con el propósito de hacerlo del conocimiento del gremio actuarial, así como para recabar todas las observaciones y sugerencias de los actuarios involucrados e interesados en este tema, un primer borrador fue sometido a un proceso de auscultación entre los miembros de la Asociación Mexicana de Actuarios, A.C.: y del Colegio Nacional de Actuarios, A.C., a fin de incorporar los comentarios pertinentes.

“Este documento corresponde a la versión final del estándar, el cual ha sido adoptado por el Colegio Nacional de Actuarios, A.C.

“Sección 1.**“Propósito, alcance y fecha de aplicación.**

“1.1 Propósito.- El propósito de este estándar es establecer los elementos y criterios que deben ser considerados en el proceso de la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, para los contratos de seguro de largo plazo. Los elementos contenidos en este estándar pueden no coincidir en forma precisa con los requerimientos estatutarios y son de aplicación general y obligatoria para todos los actuarios que ejerzan su profesión en México.

“1.2 Alcance.- Este estándar de práctica fue elaborado para la valuación de la reserva de riesgos en curso para los contratos de seguro de largo plazo, desde el punto de vista actuarial, sin considerar situaciones especiales que pudieran presentarse como consecuencia de requerimientos de tipo comercial o restricciones estatutarias.

“Los elementos contenidos en este estándar fueron definidos en términos generales y es factible que se presenten situaciones que no estén explícitamente contempladas en el mismo. Corresponderá al actuario involucrado, con base en su mejor juicio y criterio, la resolución de los casos no previstos o de aquellos para los cuales este estándar no se considere aplicable.

“En todo momento, el actuario procurará comprender y atender el espíritu y propósito general del estándar, lo cual significa que no necesariamente se requiere su aplicación estricta, al pie de la letra, para darle cumplimiento.

“1.3 Fecha de aplicación.- 1o. de enero de 2004.

“Sección 2.**“Antecedentes y situación actual**

“La valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso de los seguros de largo plazo, depende de las obligaciones contraídas por las aseguradoras, de las primas de tarifa y de los gastos inherentes, así como del plazo de los contratos; este proceso constituye un factor determinante para la solvencia y rentabilidad del negocio, bajo un esquema de suficiencia.

“Los lineamientos que aquí se presentan están orientados a:

“Establecer los principios sobre los cuales se valúa una reserva de riesgos en curso suficiente.

“Definir los conceptos y elementos que deben ser considerados en su valuación.

“Señalar las características generales que deben tener los procedimientos actuariales válidos para la valuación de una reserva de riesgos en curso.

“Definir la información con la que se debe contar para sustentar la reserva de riesgos en curso suficiente, así como los requerimientos mínimos para garantizar que se cumplen con los principios establecidos en estos estándares.

“Es importante mencionar que históricamente, en México, el proceso de valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, se ha realizado con base en fórmulas establecidas en la normatividad vigente y que se pretende introducir un cálculo de reservas suficientes que, tomando en cuenta la mencionada normatividad, se base primordialmente en el conocimiento, experiencia práctica y criterio del actuario responsable, apoyado fundamentalmente en la información estadística disponible para cada ramo y tipo de seguro. Al día de hoy se carece de algún documento técnico de carácter gremial para tal propósito, exceptuando la literatura actuarial de carácter general y aquellos documentos que han sido elaborados por asociaciones profesionales extranjeras y que se consideran aplicables en nuestro país.

“El grupo de trabajo reconoce que en el futuro deberán desarrollarse mejoras y estándares adicionales, para considerar otros aspectos específicos relacionados con la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso para los seguros de largo plazo.

“Sección 3.**“Definiciones**

“Para efectos de la aplicación de los estándares de práctica actuarial para la valuación de la reserva de riesgos en curso de los contratos de seguro de largo plazo, se han definido los siguientes conceptos:

“3.1 Cancelación.- Terminación del contrato debido a una causa distinta de siniestro o vencimiento.

“3.2 Costo de siniestralidad y otras obligaciones contractuales.- Es el monto esperado a la fecha de la valuación, de los siniestros del riesgo en cuestión, así como el de otras obligaciones contractuales tales como: valores garantizados, dotales y rentas; todos los elementos anteriores deben actualizarse, en su caso, por la inflación o por los incrementos previstos en el contrato.

“3.3 Costos de administración.- Son los relativos a la suscripción, emisión, cobranza, administración, control y cualquier otra función necesaria para el manejo operativo de una cartera de seguros de largo plazo.

“3.4 Costos de adquisición.- Son los relacionados con la promoción y venta de los seguros, que incluyen comisiones a intermediarios, bonos, gastos por mercadotecnia y publicidad y otros gastos comprendidos dentro de este rubro.

“3.5 Costo de Capital.- Se refiere al interés o costo de oportunidad de los recursos adicionales que no provienen de la prima, que son necesarios para financiar la operación del seguro.

“3.6 Costo neto de reaseguro.- Diferencial entre los egresos e ingresos de la cedente respecto al reaseguro contratado.

“3.7 Dotaes.- Monto a pagar al asegurado, cuando sobrevive a un plazo determinado.

“3.8 Frecuencia.- Medida relativa del número de siniestros que pueden ocurrir en un periodo determinado respecto al total de expuestos (probabilidad de ocurrencia).

“3.9 Información confiable.- Es aquella cuya fuente y forma de generación sea conocida, comprobable y veraz, o que sea generada y publicada por una institución reconocida a nivel nacional o internacional. Esta definición aplica tanto a la información que sirva de base para establecer supuestos, como a la de la cartera cuya reserva se está valuando.

“3.10 Información homogénea.- Se refiere a que los datos estadísticos utilizados para la valuación de la reserva de riesgos en curso, deben corresponder a personas o unidades expuestas, en condiciones similares, a riesgos del mismo tipo.

“3.11 Información suficiente.- Aquella cuyo volumen de datos permite la aplicación de métodos estadísticos o modelos de credibilidad y que abarca todos los aspectos relacionados con la valoración del riesgo en cuestión, así como la valuación de la reserva de riesgos en curso correspondiente.

“3.12 Margen de utilidad.- Es la contribución marginal a la utilidad bruta general, que se haya definido para el ramo y tipo de seguro en cuestión, de conformidad con las políticas establecidas por la empresa que asumió el riesgo, incluyendo en su caso el costo del capital y el costo neto del reaseguro.

“3.13 Nota técnica para la valuación de la reserva de riesgos en curso.- Es el documento que describe la metodología y las bases aplicadas para la *valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso suficiente*, y en el que consta la aplicación del presente estándar de práctica actuarial. En este documento deben incluirse de manera específica: la definición clara y precisa del riesgo y de las obligaciones contractuales cubiertas, las características de la cartera a ser valuada, las definiciones, conceptos, hipótesis y procedimientos empleados y, en su caso, las estadísticas y datos utilizados en la valoración del riesgo y la valuación actuarial de la reserva, así como las fuentes de información y cualquier otro elemento necesario para fundamentar la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso.

“3.14 Plazo de pago de primas de seguro.- Número de años en que el contrato establece obligación de pago de primas.

“3.15 Plazo de seguro.- Duración de la cobertura principal amparada por el contrato.

“3.16 Prima de tarifa.- Monto necesario para cubrir un riesgo, comprendiendo los *costos esperados de siniestralidad y otras obligaciones contractuales, así como los de adquisición, de administración, y el margen de utilidad* previsto.

“3.17 Principios actuariales.- Teorías y conceptos fundamentales de uso y aplicación común en la práctica actuarial, que son generalmente aceptados y que se encuentran explicados y sustentados en la literatura nacional o internacional.

“3.18 Procedimientos actuariales.- Conjunto de métodos y técnicas, aplicables al problema de seguros que se pretende resolver y que son congruentes con los *principios actuariales*.

“3.19 Productos financieros.- Retorno o ingreso que la entidad que asume los riesgos de los contratos de seguro, espera obtener por la inversión de los recursos que respaldan la reserva de riesgos en curso y por los flujos libres que producirán los contratos.

“3.20 Renta o Pensión.- Pago periódico que se hace a un asegurado o beneficiario, a partir del momento en que se realiza el evento previsto en el contrato, por el tiempo establecido en el mismo.

“3.21 Rescate.- Valor en efectivo al que tiene derecho el asegurado a la cancelación del contrato.

“3.22 Seguro de largo plazo.- Es aquel en el que la aseguradora garantiza la continuidad del seguro, en las condiciones establecidas en el contrato, por un plazo mayor de un año y con tarifas máximas.

“3.23 Severidad.- Monto absoluto o valor relativo esperado de los siniestros a cargo de la aseguradora.

“3.24 Siniestro.- Ocurrencia de un evento fortuito, por el cual la aseguradora se obliga a indemnizar al asegurado o a sus beneficiarios.

“3.25 Suma asegurada.- Cantidad máxima que la aseguradora se obliga a cubrir en caso de siniestro o vencimiento del seguro.

“3.26 Tasa de Caducidad.- Medida anual de la frecuencia relativa con la que los asegurados suelen cancelar sus contratos, ya sea por rescate o por suspensión de pago de primas.

“3.27 Tasa de Conservación.- Medida anual de la frecuencia relativa con la que los asegurados renuevan o mantienen en vigor sus contratos, de un periodo a otro.

“3.28 Tasa de Invalidez.- Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por incapacidad o invalidez.

“3.29 Tasa de inversión.- Es la tasa de interés que se utiliza para estimar los productos financieros.

“3.30 Tasa de Morbilidad.- Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por enfermedad.

“3.31 Tasa de Mortalidad.- Medida anual de la frecuencia relativa de los siniestros por muerte.

“3.32 Tasa técnica o de descuento para la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso.- Es la tasa de interés que se utiliza para determinar el valor del dinero en el tiempo y es a la que se descuentan los flujos.

“3.33 Valor garantizado.- Monto que se puede obtener como valor en efectivo del contrato, y que se puede aplicar como rescate, préstamo, seguro prorrogado, seguro saldado, etc.

“3.34 Valuación actuarial.- Se refiere al procedimiento con el que se determina actuarialmente el valor de la reserva de riesgos en curso, de una cartera de seguros.

“3.35 Vencimiento.- Terminación del plazo de seguro.

“Sección 4.

“Principios

“Principio 1. La reserva de riesgos en curso debe ser igual, al valor presente esperado de los costos de siniestralidad y obligaciones contractuales y costos de administración, menos el valor presente esperado de las Primas de Tarifa futuras, netas de costos de adquisición, menos, en su caso los costos de adquisición diferidos.

“Principio 2. Los supuestos financieros de la valuación deben ser consistentes con los productos financieros que, con un grado razonable de certidumbre, generarán los activos que respaldan a las reservas, con objeto de garantizar suficiencia y solvencia.

“Principio 3. La valuación de la reserva de riesgos en curso debe reconocer las características de la cartera expuesta al riesgo.

“También debe tomar en cuenta la experiencia particular de grupos o colectividades específicas, con base en información estadística suficiente y confiable que sustente el comportamiento de la cartera.

“La experiencia histórica de los riesgos debe proporcionar una base útil y confiable para desarrollar una proyección razonable del futuro; sin embargo, también deberán considerarse otras variables externas, incluyendo aquellas que van más allá del ámbito de la propia aseguradora y de la industria de seguros.

“Principio 4. La reserva que se constituya deberá ser la mayor de las obtenidas aplicando diferentes escenarios de tasas de caducidad, y aquella que se haya obtenido sin considerar los efectos de la misma.

“Principio 5. La reserva de riesgos en curso deberá ser por lo menos igual a la cantidad que conforme a las condiciones contractuales, la institución esté obligada a devolver al asegurado en caso de cancelación del contrato.

“Sección 5.

“Prácticas recomendadas

“5.1 Valuación de la Reserva de Riesgos en Curso.- Se hará bajo la premisa de una operación de seguros en marcha, por toda la vida de los riesgos que integran la cartera, a menos que el actuario cuente con información que le haga suponer lo contrario. Se dice que una aseguradora es un negocio en marcha, cuando pretende y puede permanecer abierta a la captación de nuevos negocios.

“La valuación actuarial de la Reserva de Riesgos en Curso debe realizarse mediante un análisis prospectivo y explícito de los flujos de ingresos y egresos, considerando dentro de estos últimos las obligaciones contraídas por pago de siniestros, dotales, rentas, dividendos y rescates, así como los gastos de adquisición y administración inherentes a la operación de seguros, durante el plazo de vigencia de la póliza.

“La valuación actuarial de la Reserva de Riesgos en Curso debe contemplar hipótesis de todas las contingencias concretas y de otros factores inherentes a la cartera de riesgos en vigor, que puedan afectar significativamente, los flujos de efectivo previstos. La valuación de la Reserva de Riesgos en Curso deberá considerar la probabilidad de ocurrencia y la severidad de todas las obligaciones contempladas en los contratos de seguros.

“En la medida de lo posible, las hipótesis sobre eventos futuros deberán sustentarse en la experiencia pasada real, juzgando el grado en que dicha experiencia puede servir de base. Los supuestos deberán considerar un margen para desviaciones, que refleje el grado de incertidumbre de las hipótesis en cuestión, excluyendo el impacto por riesgos catastróficos y otras eventualidades atípicas de orden económico-financiero.

“Independientemente de los costos operativos y financieros, deberá considerarse el impacto de la cancelación prematura por falta de pago.

“En la valuación actuarial de la reserva de riesgos en curso, deberán utilizarse supuestos sobre tasa de inversión y tasa técnica o de descuento, basados en criterios prudenciales que consideren las políticas y portafolios de inversión de la compañía, los riesgos asociados al mismo y tomen como referencia la tasa de libre de riesgo del mercado, así como las expectativas macroeconómicas de tasas de rendimiento futuras y la inflación.

“La valuación de la reserva de riesgos en curso debe sustentarse sobre bases actuariales y en la aplicación de procedimientos técnicos y estadísticos generalmente aceptados en el medio actuarial; sin embargo, el actuario siempre podrá aplicar su criterio, conocimiento y experiencia para ajustar o adecuar dichos procedimientos sobre bases razonables.

“5.2 Revisión de supuestos.- Periódicamente se deben revisar los supuestos considerados en la valuación de la reserva de riesgos en curso, en función de las variaciones en los elementos considerados, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Principio 3. En caso de que existan elementos suficientes para afirmar que el comportamiento de las variables y los parámetros básicos sufren variaciones significativas con respecto a los supuestos empleados en el cálculo, se deberán actualizar dichas hipótesis.

“La última valuación, deberá ser consistente con la información de las valuaciones anteriores, con los estados financieros, con la información de negocios en vigor y con los registros de movimientos de pólizas. También se deberá verificar que los supuestos y métodos sean aplicados correctamente en función de las obligaciones de las pólizas.

“Cualquier cambio en métodos o supuestos, deberá ser revelado y cuantificado por el actuario responsable.

“5.3 Elementos adicionales.- La valuación de la reserva de riesgos en curso puede incorporar también otros elementos relativos a la experiencia siniestral, las políticas de suscripción o variables del mercado o del entorno, entre otros, referidos al riesgo o a los costos asociados, siempre que se pueda estimar objetivamente su efecto.

“**5.4** Cuando los efectos de la tasa de caducidad sean significativos y tengan un efecto de incremento en la reserva obtenida sin considerar dicha caducidad, éstos deberán ser considerados en la evaluación de la experiencia histórica de los riesgos y en el establecimiento de los supuestos actuariales que permitan al actuario realizar una proyección razonable del futuro. En este caso, se deberán utilizar varios escenarios de caducidad, los cuales deberán tener en cuenta las características de los contratos y la experiencia del mercado.

“Sección 6.

“Otras Recomendaciones

“6.1 Congruencia.- En todo momento, el actuario deberá vigilar que haya congruencia entre la cartera en vigor y la valuada; de no ser así, o en caso de que no le sea posible cumplir con esta responsabilidad, deberá revelarlo conforme a las políticas, normas y procedimientos aplicables.

“6.2 Documentación.- La nota técnica, los resultados de la valuación y cualquier otra documentación relacionada con ella, así como los procedimientos aplicados por el actuario, en apego al presente estándar, deben ser resguardados por la entidad que la aplique y estar disponibles para fines de consulta, seguimiento y auditoría.”

APÉNDICE A2.1.9.2

PROCEDIMIENTO PARA LA ENTREGA DEL SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PRIMAS DE RIESGO Y PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE DE LOS SEGUROS DE HURACÁN Y OTROS RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS

La entrega del sistema de cómputo, el cual se identificará como "Sistema RH-MEX[®]", con el cual debe efectuarse el cálculo de la prima de riesgo y Pérdida Máxima Probable de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos, para efectos de la valuación de la reserva de riesgos en curso, reserva para riesgos catastróficos y el requerimiento de capital de solvencia de los citados tipos de seguros, se realizará conforme a las instrucciones siguientes:

- I. La entrega del "Sistema RH-MEX[®]" sólo se hará a las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que estén autorizadas para operar seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos.
- II. La entrega del "Sistema RH-MEX[®]", se realizará por la Dirección General de Supervisión Actuarial de la Comisión, ubicada en Av. Insurgentes Sur 1971, Torre Sur, 1er. piso, Colonia Guadalupe Inn, C. P. 01020, México D. F., en horario de 9:00 a 14:00 horas y de 15:00 a 18:00 en días hábiles.
- III. Para efectos de la entrega del "Sistema RH-MEX[®]", podrá acudir cualquier persona, quien deberá exhibir (en original y copia) una carta del director técnico o director general de la Institución de Seguros o Sociedad Mutualista, en la cual se le autorice para recibir dicho sistema, así como original y copia de su identificación oficial.
- IV. Junto con el "Sistema RH-MEX[®]", se entregará el manual de instalación y operación del mismo, el cual se encontrará en el disco de instalación que será proporcionado a las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas.
- V. La versión del "Sistema RH-MEX[®]" que deberá utilizarse para valorar la prima de riesgo y la pérdida máxima probable de los seguros de huracán y/u otros riesgos hidrometeorológicos es la versión 1.0.4. Cualquier cambio de dicha versión será dada a conocer, en su momento, mediante disposiciones administrativas de carácter general, por esta Comisión.

APÉNDICE A2.1.11.1.

CRITERIO PARA LA VALORACION DEL RIESGO RETENIDO EN LA CONSTITUCION DE RESERVAS TECNICAS, EN EL CASO DE CONTRATOS DE REASEGURO PROPORCIONAL QUE ESTABLEZCAN LIMITES DE RESPONSABILIDAD.

Primero.- En el caso de contratos de reaseguro que estableciendo la participación proporcional de las partes en el riesgo asegurado, establezcan límites de responsabilidad para el reasegurador, el riesgo retenido que deberá considerarse para efectos de constitución e incremento de las reservas técnicas de seguros, será el que se determine mediante los presentes criterios.

Segundo.- El valor esperado del riesgo retenido por la institución se determinará como el valor esperado de la siniestralidad de retención calculada mediante procedimientos estadísticos tomando como base la función de probabilidad de la siniestralidad del ramo o tipo de seguro de que se trate, incorporando los parámetros correspondientes a los límites de responsabilidad del contrato de reaseguro de que se trate, como se indica a continuación:

- a) Para efectos de la valoración del riesgo retenido, se deberá contar con estadística del índice de siniestralidad del seguro de que se trate, calculando dicho índice como el que resulte de dividir la siniestralidad anual observada respecto de la prima emitida anual.

$$X_i = \frac{S_i}{P_i} \quad \forall P_i > 0$$

S_i Es el monto bruto de siniestralidad anual del seguro i ,

P_i Es el monto anual de la prima emitida del seguro i

- b) Se determinará la función de densidad $f(x)$ de dicho índice, como aquella que mejor se ajuste a la información estadística con que se cuente, tomando como criterio la realización de pruebas de bondad de ajuste.

En los casos en que no se pueda determinar una función de distribución teórica, se utilizará, para efectos de los dispuesto en los presentes criterios, la función de distribución empírica.

- c) Una vez que se tenga la función de distribución, se procederá a determinar el valor esperado de la siniestralidad bruta como:

$$E(X * P) = P * E(X) = P \int_0^{\infty} xf(x)dx$$

- d) Con base en la misma función, se procederá a determinar el valor esperado del índice de siniestralidad de retención, como:

$$E(S_R) = \int_0^{\infty} S_R f(s) ds$$

$$S_R \begin{cases} \alpha * S & S \in [0, l_1) \\ \beta * S & S \in [l_1, l_2] \\ \gamma * S & S > l_2 \end{cases}$$

$$S = X * P$$

Donde:

- α Es el porcentaje de retención proporcional de la compañía cedente, cuando la siniestralidad tenga un valor menor o igual l_1 ;
 - β Es el porcentaje de retención proporcional de la compañía cedente, cuando la siniestralidad tenga un valor entre l_1 y l_2 , y
 - γ Es el porcentaje de retención proporcional de la compañía cedente, cuando la siniestralidad tenga un valor superior a l_2 .
- e) Se determinará el porcentaje de riesgo retenido por la institución (FR), como:

$$FR = \frac{E(S_R)}{E(S)}$$

- f) Para efectos de la constitución e incrementos de las reservas técnicas, se deberá considerar como prima de riesgo retenida ($PRET$) la que resulte de multiplicar la prima de riesgo bruta (PR) por el factor de retención:

$$PRET = FR * PR$$

Tercero.- El factor de retención obtenido conforme a los presentes criterios será el que se aplique a la prima de riesgo o a la siniestralidad bruta, según sea el caso, para determinar la parte de riesgo retenido que se utilice para efectos de la valuación, constitución e incremento de las reservas técnicas.

Cuarto.- Sobre la porción de prima de riesgo retenida obtenida conforme al criterio anterior, se deberá aplicar, en su caso, el factor de suficiencia de la reserva de riesgos en curso que, conforme a la normatividad, deba aplicar la institución.

Quinto.- La reserva de riesgos en curso por reaseguro cedido deberá calcularse para cada póliza como la diferencia entre la reserva bruta y la reserva retenida calculada con los presentes criterios.

Sexto.- El presente criterio no será aplicable para la determinación de la pérdida máxima probable en el caso de riesgos catastróficos. En tales casos, en los contratos de reaseguro proporcional que establezcan límites de responsabilidad en exceso a un determinado monto de la siniestralidad, se considerará que la institución cedente retiene el riesgo al 100%, para efectos del cálculo de la pérdida máxima probable.

Séptimo.- La Comisión establecerá en cada caso las funciones de probabilidad que habrán de aplicarse y podrá, cuando se requiera, de acuerdo al caso de que se trate, generar dichas funciones con base en índices de siniestralidad o montos, distintos a los expuestos en los presentes criterios, cuando resulte necesario de acuerdo a las necesidades de cada caso.

APÉNDICE A2.1.11.4-a

VALORES NUMÉRICOS DE LA FUNCIÓN DE PROBABILIDAD DEL ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD DE LOS SEGUROS DE TERREMOTO

Valor del índice		Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango	Valor del índice		Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango	Valor del índice		Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
Mayor que	hasta		Mayor que	hasta		Mayor que	hasta	
0.00	0.00	0.1879195	0.76	0.78	0.0012405	1.54	1.56	0.0003105
0.00	0.02	0.2898136	0.78	0.80	0.0011821	1.56	1.58	0.0003024
0.02	0.04	0.1192729	0.80	0.82	0.0011276	1.58	1.60	0.0002945
0.04	0.06	0.0706509	0.82	0.84	0.0010767	1.60	1.62	0.0002869
0.06	0.08	0.0482058	0.84	0.86	0.0010290	1.62	1.64	0.0002795
0.08	0.10	0.0355033	0.86	0.88	0.0009843	1.64	1.66	0.0002725
0.10	0.12	0.0274575	0.88	0.90	0.0009424	1.66	1.68	0.0002657
0.12	0.14	0.0219760	0.90	0.92	0.0009030	1.68	1.70	0.0002591
0.14	0.16	0.0180441	0.92	0.94	0.0008659	1.70	1.72	0.0002527
0.16	0.18	0.0151130	0.94	0.96	0.0008310	1.72	1.74	0.0002466
0.18	0.20	0.0128612	0.96	0.98	0.0007980	1.74	1.76	0.0002407
0.20	0.22	0.0110892	0.98	1.00	0.0007669	1.76	1.78	0.0002349
0.22	0.24	0.0096668	1.00	1.02	0.0007375	1.78	1.80	0.0002294
0.24	0.26	0.0085058	1.02	1.04	0.0007097	1.80	1.82	0.0002240
0.26	0.28	0.0075448	1.04	1.06	0.0006834	1.82	1.84	0.0002189
0.28	0.30	0.0067395	1.06	1.08	0.0006585	1.84	1.86	0.0002138
0.30	0.32	0.0060575	1.08	1.10	0.0006348	1.86	1.88	0.0002090
0.32	0.34	0.0054745	1.10	1.12	0.0006123	1.88	1.90	0.0002043
0.34	0.36	0.0049720	1.12	1.14	0.0005910	1.90	1.92	0.0001997
0.36	0.38	0.0045356	1.14	1.16	0.0005707	1.92	1.94	0.0001953
0.38	0.40	0.0041540	1.16	1.18	0.0005514	1.94	1.96	0.0001910
0.40	0.42	0.0038185	1.18	1.20	0.0005330	1.96	1.98	0.0001869
0.42	0.44	0.0035218	1.20	1.22	0.0005154	1.98	2.00	0.0001829
0.44	0.46	0.0032581	1.22	1.24	0.0004987	2.00	2.50	0.0035492
0.46	0.48	0.0030226	1.24	1.26	0.0004828	2.50	3.00	0.0022630
0.48	0.50	0.0028115	1.26	1.28	0.0004675	3.00	3.50	0.0015434
0.50	0.52	0.0026214	1.28	1.30	0.0004529	3.50	4.00	0.0011053
0.52	0.54	0.0024497	1.30	1.32	0.0004390	4.00	5.00	0.0014504
0.54	0.56	0.0022940	1.32	1.34	0.0004257	5.00	10.00	0.0023924
0.56	0.58	0.0021525	1.34	1.36	0.0004129	10.00	20.00	0.0007822
0.58	0.60	0.0020234	1.36	1.38	0.0004007	20.00	30.00	0.0001637
0.60	0.62	0.0019054	1.38	1.40	0.0003890	30.00	40.00	0.0000586
0.62	0.64	0.0017971	1.40	1.42	0.0003777	40.00	50.00	0.0000269
0.64	0.66	0.0016977	1.42	1.44	0.0003669	50.00	más	0.0000425
0.66	0.68	0.0016060	1.44	1.46	0.0003566			
0.68	0.70	0.0015214	1.46	1.48	0.0003466			
0.70	0.72	0.0014431	1.48	1.50	0.0003371			
0.72	0.74	0.0013706	1.50	1.52	0.0003279			
0.74	0.76	0.0013032	1.52	1.54	0.0003191			

Para efectos del cálculo se deberán utilizar como valor del índice de siniestralidad el que corresponda al punto medio de cada uno de los rangos de siniestralidad indicados.

APÉNDICE A2.1.11.4-b

FUNCION DE PROBABILIDAD DEL INDICE DE SINIESTRALIDAD DE LOS SEGUROS DE HURACAN

Índice de siniestralidad			Índice de siniestralidad		
De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango	De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
0.00	0.05	0.21684325	2.50	2.55	0.00374515
0.05	0.10	0.05946702	2.55	2.60	0.00366262
0.10	0.15	0.04175726	2.60	2.65	0.00358289
0.15	0.20	0.03315010	2.65	2.70	0.00350562
0.20	0.25	0.02786679	2.70	2.75	0.00343089
0.25	0.30	0.02422323	2.75	2.80	0.00335843
0.30	0.35	0.02152573	2.80	2.85	0.00328815
0.35	0.40	0.01943039	2.85	2.90	0.00322008
0.40	0.45	0.01774527	2.90	2.95	0.00315395
0.45	0.50	0.01635393	2.95	3.00	0.00308985
0.50	0.55	0.01518121	3.00	3.05	0.00302756
0.55	0.60	0.01417621	3.05	3.10	0.00296701
0.60	0.65	0.01330310	3.10	3.15	0.00290826
0.65	0.70	0.01253585	3.15	3.20	0.00285109
0.70	0.75	0.01185508	3.20	3.25	0.00279546
0.75	0.80	0.01124597	3.25	3.30	0.00274142
0.80	0.85	0.01069702	3.30	3.35	0.00268879
0.85	0.90	0.01019915	3.35	3.40	0.00263752
0.90	0.95	0.00974508	3.40	3.45	0.00258767
0.95	1.00	0.00932889	3.45	3.50	0.00253907
1.00	1.05	0.00894571	3.50	3.55	0.00249172
1.05	1.10	0.00859151	3.55	3.60	0.00244554
1.10	1.15	0.00826291	3.60	3.65	0.00240059
1.15	1.20	0.00795706	3.65	3.70	0.00235671
1.20	1.25	0.00767153	3.70	3.75	0.00231392
1.25	1.30	0.00740423	3.75	3.80	0.00227214
1.30	1.35	0.00715336	3.80	3.85	0.00223142
1.35	1.40	0.00691737	3.85	3.90	0.00219165
1.40	1.45	0.00669489	3.90	3.95	0.00215282
1.45	1.50	0.00648474	3.95	4.00	0.00211487
1.50	1.55	0.00628587	4.00	4.05	0.00207786

1.55	1.60	0.00609733	4.05	4.10	0.00204167
1.60	1.65	0.00591830	4.10	4.15	0.00200631
1.65	1.70	0.00574806	4.15	4.20	0.00197175
1.70	1.75	0.00558593	4.20	4.25	0.00193793
1.75	1.80	0.00543133	4.25	4.30	0.00190492
1.80	1.85	0.00528335	4.30	4.35	0.00187262
1.85	1.90	0.00514263	4.35	4.40	0.00184102
1.90	1.95	0.00500760	4.40	4.45	0.00181010
1.95	2.00	0.00487824	4.45	4.50	0.00177986
2.00	2.05	0.00475427	4.50	4.55	0.00175023
2.05	2.10	0.00463514	4.55	4.60	0.00172128
2.10	2.15	0.00452076	4.60	4.65	0.00169292
2.15	2.20	0.00441084	4.65	4.70	0.00166515
2.20	2.25	0.00430495	4.70	4.75	0.00163796
2.25	2.30	0.00420304	4.75	4.80	0.00161133
2.30	2.35	0.00410487	4.80	4.85	0.00158522
2.35	2.40	0.00401009	4.85	4.90	0.00155969
2.40	2.45	0.00391873	4.90	4.95	0.00153465
2.45	2.50	0.00383039	4.95	5.00	0.00151011

Índice de siniestralidad			Índice de siniestralidad		
De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango	De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
5.00	5.05	0.00148606	7.50	7.55	0.00070875
5.05	5.10	0.00146249	7.55	7.60	0.00069899
5.10	5.15	0.00143939	7.60	7.65	0.00068938
5.15	5.20	0.00141673	7.65	7.70	0.00067993
5.20	5.25	0.00139450	7.70	7.75	0.00067062
5.25	5.30	0.00137274	7.75	7.80	0.00066146
5.30	5.35	0.00135137	7.80	7.85	0.00065244
5.35	5.40	0.00133042	7.85	7.90	0.00064356
5.40	5.45	0.00130986	7.90	7.95	0.00063481
5.45	5.50	0.00128969	7.95	8.00	0.00062621
5.50	5.55	0.00126990	8.00	8.05	0.00061773
5.55	5.60	0.00125048	8.05	8.10	0.00060938
5.60	5.65	0.00123140	8.10	8.15	0.00060117

5.65	5.70	0.00121271	8.15	8.20	0.00059308
5.70	5.75	0.00119435	8.20	8.25	0.00059511
5.75	5.80	0.00117632	8.25	8.30	0.00057726
5.80	5.85	0.00115862	8.30	8.35	0.00056953
5.85	5.90	0.00114125	8.35	8.40	0.00056192
5.90	5.95	0.00112418	8.40	8.45	0.00055442
5.95	6.00	0.00110742	8.45	8.50	0.00054703
6.00	6.05	0.00109096	8.50	8.55	0.00053976
6.05	6.10	0.00107478	8.55	8.60	0.00053259
6.10	6.15	0.00105892	8.60	8.65	0.00052553
6.15	6.20	0.00104332	8.65	8.70	0.00051858
6.20	6.25	0.00102799	8.70	8.75	0.00051172
6.25	6.30	0.00101293	8.75	8.80	0.00050497
6.30	6.35	0.00099813	8.80	8.85	0.00049832
6.35	6.40	0.00098359	8.85	8.90	0.00049177
6.40	6.45	0.00096930	8.90	8.95	0.00048531
6.45	6.50	0.00095525	8.95	9.00	0.00047895
6.50	6.55	0.00094144	9.00	9.05	0.00047268
6.55	6.60	0.00092787	9.05	9.10	0.00046650
6.60	6.65	0.00091453	9.10	9.15	0.00046041
6.65	6.70	0.00090140	9.15	9.20	0.00045441
6.70	6.75	0.00088851	9.20	9.25	0.00044850
6.75	6.80	0.00087583	9.25	9.30	0.00044267
6.80	6.85	0.00086336	9.30	9.35	0.00043693
6.85	6.90	0.00085110	9.35	9.40	0.00043126
6.90	6.95	0.00083904	9.40	9.45	0.00042568
6.95	7.00	0.00082718	9.45	9.50	0.00042018
7.00	7.05	0.00081551	9.50	9.55	0.00041476
7.05	7.10	0.00080404	9.55	9.60	0.00040941
7.10	7.15	0.00079275	9.60	9.65	0.00040415
7.15	7.20	0.00078164	9.65	9.70	0.00039895
7.20	7.25	0.00077072	9.70	9.75	0.00039383
7.25	7.30	0.00075997	9.75	9.80	0.00038878
7.30	7.35	0.00074938	9.80	9.85	0.00038381
7.35	7.40	0.00073899	9.85	9.90	0.00037890
7.40	7.45	0.00072875	9.90	9.95	0.00037406
7.45	7.50	0.00071867	9.95	10.00	0.00036929

Índice de siniestralidad		
De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
10.0	10.1	0.00036459
10.1	10.1	0.00035995
10.1	10.2	0.00035538
10.2	10.2	0.00035087
10.2	10.3	0.00034642
10.3	10.3	0.00034203
10.3	10.4	0.00033771
10.4	10.4	0.00033345
10.4	10.5	0.00032924
10.5	10.5	0.00032509
10.5	10.6	0.00032100
10.6	10.6	0.00031697
10.6	10.7	0.00031299
10.7	10.7	0.00030906
10.7	10.8	0.00030519
10.8	10.8	0.00030137
10.8	10.9	0.00029760
10.9	10.9	0.00029389
10.9	11.0	0.00029022
11.0	11.0	0.00028661
11.0	11.1	0.00028304
11.1	11.1	0.00027952
11.1	11.2	0.00027605
11.2	11.2	0.00027262
11.2	11.3	0.00026925
11.3	11.3	0.00026591
11.3	11.4	0.00026262
11.4	11.4	0.00025938
11.4	11.5	0.00025618
11.5	11.5	0.00025302
11.5	11.6	0.00024990
11.6	11.6	0.00024682
11.6	11.7	0.00024379
11.7	11.7	0.00024079
11.7	11.8	0.00023784

Índice de siniestralidad		
De:	Hasta:	Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
12.50	12.55	0.00019550
12.55	12.60	0.00019314
12.60	12.65	0.00019080
12.65	12.70	0.00018850
12.70	12.75	0.00018623
12.75	12.80	0.00018399
12.80	12.85	0.00018177
12.85	12.90	0.00017958
12.90	12.95	0.00017743
12.95	13.00	0.00017530
13.00	13.05	0.00017319
13.05	13.10	0.00017112
13.10	13.15	0.00016907
13.15	13.20	0.00016704
13.20	13.25	0.00016504
13.25	13.30	0.00016307
13.30	13.35	0.00016112
13.35	13.40	0.00015920
13.40	13.45	0.00015730
13.45	13.50	0.00015543
13.50	13.55	0.00015358
13.55	13.60	0.00015175
13.60	13.65	0.00014994
13.65	13.70	0.00014816
13.70	13.75	0.00014640
13.75	13.80	0.00014467
13.80	13.85	0.00014295
13.85	13.90	0.00014126
13.90	13.95	0.00013958
13.95	14.00	0.00013793
14.00	14.05	0.00013630
14.05	14.10	0.00013469
14.10	14.15	0.00013310
14.15	14.20	0.00013153
14.20	14.25	0.00012998

11.8	11.8	0.00023492	14.25	14.30	0.00012845
11.8	11.9	0.00023205	14.30	14.35	0.00012694
11.9	11.9	0.00022921	14.35	14.40	0.00012544
11.9	12.0	0.00022604	14.40	14.45	0.00012397
12.0	12.0	0.00022364	14.45	14.50	0.00012251
12.0	12.1	0.00022091	14.50	14.55	0.00012107
12.1	12.1	0.00021822	14.55	14.60	0.00011965
12.1	12.2	0.00021556	14.60	14.65	0.00011825
12.2	12.2	0.00021293	14.65	14.70	0.00011686
12.2	12.3	0.00021034	14.70	14.75	0.00011549
12.3	12.3	0.00020779	14.75	14.80	0.00011414
12.3	12.4	0.00020527	14.80	14.85	0.00011280
12.4	12.4	0.00020278	14.85	14.90	0.00011148
12.4	12.5	0.00020032	14.90	14.95	0.00011018
12.5	12.5	0.00019789	14.95	15.00	0.00010890

APÉNDICE A2.1.11.4-c

FUNCION DE PROBABILIDAD DEL INDICE DE SINIESTRALIDAD DE LOS SEGUROS DE AUTOMOVILES

Valor del índice		Probabilidad de que el índice tome un valor en el rango
Mayor que	Hasta	
0%	5%	0.000000
5%	10%	0.000000
10%	15%	0.000000
15%	20%	0.000000
20%	25%	0.000000
25%	30%	0.000000
30%	35%	0.000000
35%	40%	0.000040
40%	45%	0.001403
45%	50%	0.013196
50%	55%	0.050719
55%	60%	0.106402
60%	65%	0.148810
65%	70%	0.159080
70%	75%	0.142570
75%	80%	0.113870
80%	85%	0.084380
85%	90%	0.059570

90%	95%	0.040750
95%	100%	0.027310
100%	105%	0.018070
105%	110%	0.011850
110%	115%	0.007730
115%	120%	0.005020
120%	125%	0.003260
125%	130%	0.002110
130%	135%	0.001370
135%	140%	0.000880
140%	145%	0.000570
145%	150%	0.000370
150%	155%	0.000240
155%	160%	0.000150
160%	165%	0.000100
165%	170%	0.000060
170%	175%	0.000040
175%	180%	0.000030
180%	185%	0.000020
185%	190%	0.000010
190%	195%	0.000010
195%	200%	0.000010
>200%		0.000000

Para efectos del cálculo se deberán utilizar como valor del índice de siniestralidad el que corresponda al punto medio de cada uno de los rangos de siniestralidad indicados.

APÉNDICE A2.2.4.2.

FORMA Y TERMINOS EN QUE LAS INSTITUCIONES DE SEGUROS Y SOCIEDADES MUTUALISTAS DEBERAN INFORMAR A LA COMISIÓN SOBRE LAS RESERVAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS

Para los efectos del artículo 389 de la LISF y en atención a lo dispuesto por el artículo 68 fracción X de la Ley de Protección y Defensa al Usuario de Servicios Financieros, se da a conocer la forma y términos en que las Instituciones y Sociedades Mutualistas, deberán informar a la Comisión sobre la constitución y forma de comprobación de las Reservas Técnicas Específicas.

La información que las Instituciones y Sociedades Mutualistas presenten a la Comisión, sobre el cumplimiento de las órdenes de constitución de las reservas técnicas específicas de cada mes, derivadas de una reclamación ante la CONDUSEF, deberá realizarse vía Internet utilizando el Sistema de Entrega de Información Vía Electrónica (SEIVE).

El nombre del producto para el cual se deberá crear un nuevo usuario responsable de envío de información en el SEIVE, acorde al manual de usuario del mismo es: RTE.

La nomenclatura del archivo que contenga la información que se envíe por Internet a la Comisión, deberá integrarse de la siguiente forma:

RTEtccccaaaamm.xls

En donde:

- RTE= Reservas Técnicas Específicas, identificador constante de la información que se envía (mayúsculas).
- t= tipo de la compañía en mayúsculas, H(salud), P(pensiones), S(seguros), G(garantía financiera), V(crédito a la vivienda).
- cccc= Clave de la compañía en cuatro posiciones, justificado con ceros a la izquierda.
- aaaa= año del período a reportar en cuatro posiciones.
- mm= mes del período a reportar en dos posiciones.
- .xls= extensión de un archivo de Excel constante (minúsculas).

Por ejemplo, para la compañía de seguros con número 120, para el mes de junio de 2007, la nomenclatura del archivo sería la siguiente:

RTES0120200706.xls

En caso de que la fecha límite para la entrega sea día inhábil, se considerará como fecha límite el día hábil inmediato siguiente.

Asimismo, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas que no reciban oficios en que les sea ordenada la constitución de alguna reserva técnica específica, deberán enviar el archivo correspondiente sin cifras en el mes de que se trate.

Una vez que las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas hayan realizado el envío de información vía Internet a que se refiere el presente Capítulo, la información será recibida y validada por la Comisión.

En primera instancia, el SEIVE, a través de la Página Web de la Comisión, mostrará en la pantalla el número de transacción con el que se registra dicho envío. En forma simultánea, dicho Sistema notificará vía correo electrónico, la confirmación de la recepción y/o sustitución de la información, mediante un documento electrónico donde se especifica el número de transacción, así como la fecha y la hora de recepción.

Si alguna de las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas no pudiera realizar el envío de la información vía electrónica desde sus instalaciones, la Comisión pondrá a su disposición el equipo necesario para realizar exclusivamente el envío de que se trata. Para tal efecto, el interesado deberá presentarse en la Dirección General de Informática de la Comisión, ubicada en avenida Insurgentes Sur 1971, Torre Norte, Primer Piso, Colonia Guadalupe Inn, 01020 México, D.F., en horario de 9:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00 horas, en días hábiles, con la información preparada para tales efectos.

Las Instituciones y Sociedades Mutualistas deberán efectuar el asiento contable de constitución y/o cancelación de cada reserva técnica específica, mediante una póliza de diario individual que contenga los siguientes datos:

- i. Constitución de Reservas.
 - a) Número de póliza de diario de constitución de reserva;
 - b) Fecha de póliza de diario de registro de la constitución;
 - c) Número de oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
 - d) Fecha del oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
 - e) Nombre del asegurado, y
 - f) Constitución de las reservas técnicas específicas, de conformidad con el catálogo de cuentas que se señala en el Capítulo 12.1 de esta Circular, y

ii. Cancelación de Reservas.

- a) Número de póliza de diario de cancelación de reserva;
- b) Fecha de póliza de diario de cancelación de reservas;
- c) Número de oficio girado por la CONDUSEF con el cual se ordenó su constitución;
- d) Fecha del oficio girado por la CONDUSEF que contenga la orden respectiva;
- e) Nombre del asegurado, y
- f) Cancelación de las reservas técnicas específicas, de conformidad con el catálogo de cuentas a que se refiere el Capítulo 12.1 de esta Circular.

Las pólizas de diario con todos los datos indicados deberán mantenerse disponibles en las oficinas de las Instituciones y Sociedades Mutualistas, para el caso de que la Comisión requiera la información y comprobación correspondientes.

2) De acuerdo con el presente Capítulo, las Instituciones de Seguros y Sociedades Mutualistas podrán hacerse acreedoras a una o más de las sanciones establecidas en la LISF por los siguientes motivos:

- i. Por falta de presentación de la información a que se refiere el presente Capítulo dentro de los plazos establecidos para tales efectos, o por la presentación extemporánea de la citada información;
- ii. Por la presentación de la información incorrecta, incompleta y/o inadecuada, y que dé lugar a su sustitución, y
- iii. Cuando la información enviada no cumpla con las validaciones que la Comisión realice y que dé lugar a su sustitución.

APÉNDICE A2.3.1.13

**TASAS EFECTIVAS PARA EL CÁLCULO DE LOS PRODUCTOS FINANCIEROS
DE LA RESERVA PARA RIESGOS CATASTRÓFICOS**

MES	CETES 28 DIAS	LIBOR 30 DIAS
ENERO	0.3394	0.0174
FEBRERO	0.3426	0.0154
MARZO	0.3258	0.0173
ABRIL	0.3129	0.0164
MAYO	0.3048	0.0167
JUNIO	0.3097	0.0159
JULIO	0.3153	0.0162
AGOSTO	0.3145	0.0156
SEPTIEMBRE	0.2984	0.0148
OCTUBRE	0.2782	0.0146
NOVIEMBRE	0.2782	0.0138
DICIEMBRE	0.2701	0.0142

