

VALUATIVE SAS NIT 830.121.091-0 Oficinas a nivel Nacional
info@valuative.co - www.valuative.co



COBERTURA DE
SEGURO DE DAÑOS
POR RIESGOS ESPACIALES

IMPACTO DE METEORITOS

VALUATIVE
LIDERES EN INVESTIGACIÓN Y PROTECCIÓN PATRIMONIAL

Cra. 7 No.156 - 10 Of.1607 /Torre Krystal
Centro Empresarial North Point
Bogotá D.C., Colombia
PBX.: +57(1) 390 2846
info@valuative.co

**COBERTURA DE SEGURO DE DAÑOS POR
RIESGOS ESPACIALES: IMPACTO DE METEORITOS**

Fuentes:

Towards an Integrated Assessment of Global Catastrophic Risk

Global Catastrophic Risk Institute

*Proceedings of the First International Colloquium on
Catastrophic and Existential Risk*

Enero de 2018

&

Instituto para la Reducción de Pérdidas Catastróficas

Reporte ICLR 42
ISBN 0-9733795-7-X
Enero de 2005

El Instituto para la Reducción de Pérdidas Catastróficas (ICLR, por sus siglas en inglés) es un centro de clase mundial para la investigación y la comunicación multidisciplinarias de prevención de desastres. ICLR es un instituto de investigación independiente sin fines de lucro fundado por la industria de seguros y afiliado a **Western University, London, Ontario**. La misión del Instituto es reducir la pérdida de vidas y bienes causados por el clima severo y los terremotos a través de la identificación y apoyo de acciones sostenidas que mejoren la capacidad de la sociedad para adaptarse, anticiparse, mitigar, resistir y recuperarse de los desastres naturales.

<https://www.iclr.org/>

Free Translations

INTRODUCCION



Los **meteoritos** que impactaron en Bogotá y otras ciudades de **Colombia**. Se tienen registros de colisiones en Cali y en el oriente del país. Oficialmente se tiene el registro del que cayó en Cali en 2007, y el de la foto, que cayó en Santa Rosa de Viterbo (Boyacá) en 1810 y cuyo autor fue José David Rodríguez.

El 25 de enero de 2018 el Diario El Tiempo en su sección CIENCIA publicó un artículo que tituló Los meteoritos que impactaron en Bogotá y otras ciudades de Colombia. Transcripción del artículo:

De acuerdo con los registros oficiales de la Sociedad Internacional para Meteoritos y de Ciencia Planetaria, **en el país han impactado dos meteoritos: uno en Cali (Valle del Cauca) en 2007, y otro en Santa Rosa de Viterbo (Boyacá) en 1810.**

No obstante, más bólidos habrían colisionado el territorio nacional, **uno de los más antiguos sería el que cayó en Bogotá en 1687 y que ocasionó que los habitantes de entonces pensarán que se trataba del fin del mundo.** Pero también se tienen registros en video de meteoritos, como el que se logró en 2016 de uno que surcó el cielo en el oriente colombiano.

EL TIEMPO los mapeó y recopiló más datos de estos cuerpos que han llegado desde el espacio. Para la fecha de la publicación, se mostró un mapa del país indicando impactos en **El Peñol, Antioquia; Cali, Valle del Cauca; Bogotá, D.C.; Santa Rosa de Viterbo, Boyacá; Trinidad, Casanare; Departamento del Vichada.**

Por otra parte, la **Sociedad Internacional para Meteoritos y de Ciencia Planetaria**, (en inglés, Meteoritical Society) que es una organización **internacional** sin ánimo de lucro fundada en 1933 para promover la investigación y la educación de la **ciencia planetaria** y, en especial, el estudio de **meteoritos** y otros materiales extraterrestres que nos permiten tener un mejor conocimiento del origen y la historia del Sistema Solar. La sociedad está compuesta por más de 900 científicos y entusiastas *amateur* de más de 33 países que están interesados en un amplio rango de temas sobre ciencias planetarias. Los intereses de los miembros incluyen **meteoritos, polvocósmico, asteroides y cometas, satélites naturales, planetas, impactos** y los orígenes del **Sistema Solar**.

El mapa mundial de los impactos de meteoritos – publicado en Febrero 26 de 2018 La NASA tiene la respuesta a través de su cartografía con más de **45.000 coordenadas** de impactos de meteoritos inventariados, con registros de más de **400 años** y datados con sus fechas y masas. Cartografía curiosa para entretenerse viendo, en la gráfica, las salpicaduras de la superficie terrestre. Lo anterior significa una media de más de 100

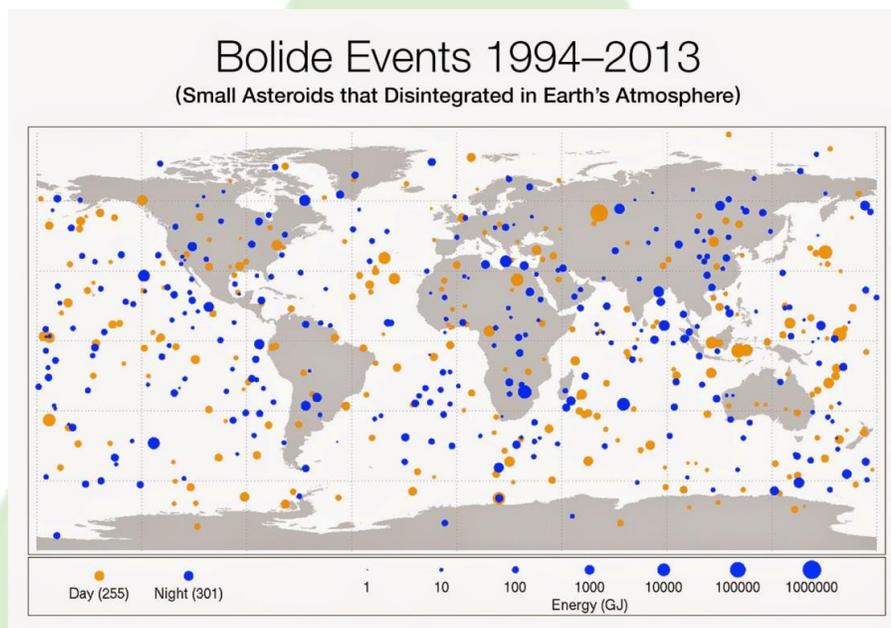


impactos por año, es decir, entre 9 y 10 por mes y donde es claro que los dos hemisferios de la tierra y particularmente el norte, son el blanco de éstos, con énfasis particular en la costa sur – oriental de Suramérica y el centro del cono sur, para nuestro interés particular.

Respecto a las mediciones que se realizan a los impactos, podemos destacar tres grandes aspectos:

Por una parte, se observa un periodo específicamente corto, 20 años y la distribución geográfica de los impactos sufridos, donde es posible identificar las distintas densidades de choque sufridas en lapso considerado.

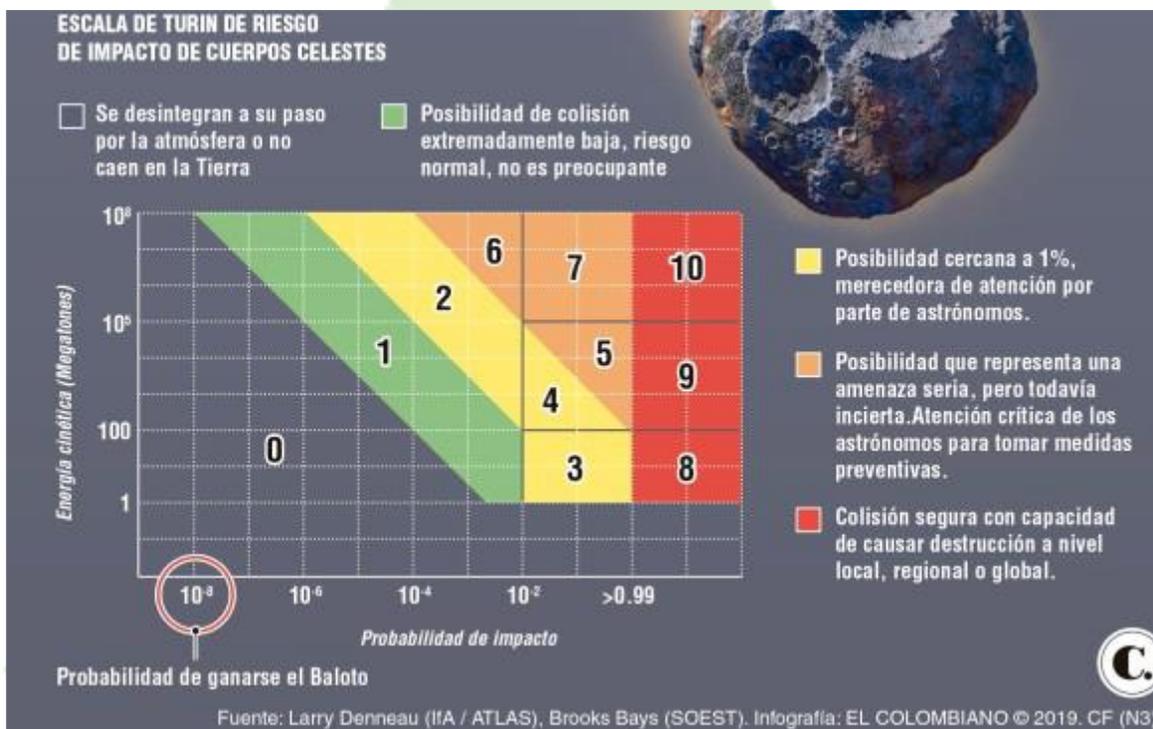
De la otra, el mapa identifica, además de la frecuencia de impacto de pequeños asteroides en la atmósfera terrestre. La serie de datos abarca el período 1994-2013 y muestra una distribución aleatoria. Los puntos naranjas representan los bólidos registrados durante el día y los azules durante la noche. El tamaño de los mismos está en proporción a la energía liberada en la desintegración medida en Gigajoules.



El período de estudio abarca unos 20 años, desde 1994 hasta 2013, durante el cual se registraron más de **556 impactos de diferentes características (entre 2 y 3 por mes)**. Junto con la zona de impacto se registra la **potencia emitida por el impacto**, estimada en forma indirecta según la intensidad de los destellos de las rocas al desintegrarse en la atmósfera terrestre. Se establece una equivalencia entre la energía lumínica liberada y la energía liberada en el impacto. De esta manera, **el punto más pequeño representa una energía de un giga Joule**, equivalente a la energía radiada por una bombilla de luz incandescente. Las escalas mayores son 100, 10.000 y 1.000.000 de gigaJoules, equivalentes a 300, 18.000 y 1.000.000 de toneladas de **TNT** respectivamente.

Se destaca de este enorme conjunto de datos el impacto registrado en la ciudad rusa de **Cheliabinsk el 15 de febrero de 2013** (señalado con la flecha en rojo), el mayor registrado en estos 20 años. En este caso el asteroide tenía una masa veinte veces mayor al que finalmente impactó en Rusia. El **programa NEO de la NASA detecta, identifica y realiza el seguimiento a todo objeto que se encuentre a unos 50 millones de kilómetros de nuestro Planeta**. Todos los días se produce el ingreso a nuestra atmósfera de pequeños fragmentos de roca y polvo proveniente de asteroides y cometas, que se queman completamente en las capas superiores de la misma. Se estima que **esta cifra asciende a unas 100 toneladas diarias**. Algunos de estos meteoros generan espectaculares y fugaces destellos que son visibles por la noche aún en las grandes ciudades.

Un tercer aspecto a destacar es el de la existencia de una escala específica de amenaza por riesgo de impacto, denominada **escala de Turín** y que se refleja en el gráfico mostrado a continuación, con diez (10) grados de amenaza, comparados jocosamente con la probabilidad de “ganarse el Baloto” Esta escala está basada en observaciones y estimaciones de impacto, principalmente en centros poblados e incluso en zonas de influencia estratégica (aunque realmente lo importante es la probabilidad de ocurrencia, estimada con la cantidad de registros recabada).



A pesar de la tecnología disponible los cálculos de probabilidades de impacto están basados en el registro estadístico de los eventos pasados. Naturalmente esta labor esta dificultada por la ausencia de datos precisos en épocas anteriores al siglo veinte. En resumidas cuentas, podemos decir que:

- ✓ Cada pocos minutos un meteorito de unos 10 cm de diámetro se quema en la atmósfera.
- ✓ Cada pocos meses un objeto con 1 metro de diámetro impacta sobre la Tierra (o no, dependiendo de su densidad)

- ✓ Cada pocas décadas recibimos impactos de objetos con un diámetro promedio de 10 m (**Cheliábinsk**)
- ✓ Cada 1000 años se producen impactos de rocas mayores a 100 metros (**Tunguska** Junio 30 de 1908)

Más allá de estadísticas y probabilidades estos son los cuatro asteroides con **mayor probabilidad de impactar con nuestro Planeta.**

Este trabajo permite realizar estimaciones sobre la frecuencia que estos eventos tienen, y permitirán tomar medidas de prevención o alerta más adelante. Mediante este programa se calcula que se identificó al 90 por ciento de los asteroides cercanos a la Tierra mayores a los 140 metros de diámetro. El NEO registra todos y cada uno de los eventos detectados en forma periódica.

La **Escala de Torino** (como se observa en el gráfico precedente) fue creada en 1995 por Richard Binzel, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts en el departamento de ciencias planetarias. Esta escala para el público, se utiliza para clasificar los riesgos previstos, de los impactos de asteroides o cometas cercanos a la Tierra.

Ella está graduada de 0 (sin riesgo de colisión) a 10 (colisión es cierta y la catástrofe global).

De otra parte, existe también la **Escala de Palermo** (en inglés, *Palermo Technical Impact Hazard Scale*) es una escala de tipo logarítmico (base 10) cuya función es medir el riesgo de impacto de un objeto próximo a la Tierra (NEO, del inglés **Near Earth Object**). Se compara la probabilidad del impacto potencial del objeto detectado con el riesgo medio de otro objeto de igual o superior tamaño a lo largo de los años hasta la fecha del impacto potencial prevista.

Los valores que puede tomar la escala de Palermo son de carácter continuo a diferencia de la escala de Turín. El valor **-2** significa que **solo existe un 1% del riesgo medio de impacto**. El valor **0** indica que **la probabilidad de impacto es la misma que la probabilidad del riesgo medio**. El valor **2** indicaría que **la probabilidad de impacto es 100 veces superior al riesgo medio**.

La formulación para el cálculo de la Escala de Palermo es:

$$P = \log_{10} \frac{P_i}{f_a T}$$

P_i Probabilidad de impacto.

T Periodo que falta hasta el evento

f_B Frecuencia anual de impacto. Actualmente estimada en **f_B = 0,03E-0,8**

Lista de los principales Asteroides clasificados por tamaño (promedio)

Asteroide	Dimensión	Asteroide	Dimensión	Notas
Ceres	974,6	Eugenia 45	195,3	Las dimensiones corresponden al promedio de las obtenidas por observación directa. Por ejemplo: Pallas 2 midió 582x556x500 km y por consiguiente su media es de 546,0 km
Pallas 2	546,0	Bamberga 324	229,4	
Vesta 4	525,3	Patientia 451	225,0	
Hygiea 10	435,7	Fortuna 19	208,3	
Sylvia 87	292,7	Aurora 94	200,0	Los asteroides aquí mencionados han sido identificados <u>dentro del cinturón de asteroides</u>
Hektor 624	253,3	Herculina 532	222,4	
Europa 52	305,0	Metis 9	111,3	
Eunomia 15	924,0	Doris 48	221,8	Existen Asteroides de excentricidades importantes, como Juno 3 (320x267x200 km) y por ello hemos asumido su promedio
Davida 511	294,0	Elektra 130	127,3	
Intermnia 704	653,9	Diotima 423	208,8	Otros Asteroides como Ceres 1 con una dimensión de 974,6 km es casi totalmente esférico y por ello denominado Planeta Enano. Otros no tienen una medición exacta posible.
Camila 107	265,0	Egeria 13	207,6	
Juno 3	262,3	Hebe 6	186,7	
Cybele 65	274,7	Themis 24	198,0	
Hermione 121	212,3	Alauda 702	194,7	
Euphrosyne 31	255,9	palma 372	189,0	
Chariklo 10199	253,0	Némesis 128	188,2	
Iris 7	213,3	Bertha 154	184,9	
Las dimensiones se expresan en km				

LOS ASTEROIDES - ¿QUE SON?

Un **asteroide** es un objeto celeste no observable a simple vista debido a su pequeño tamaño que varía de unas pocas decenas de metros a varios cientos de kilómetros de diámetro. Los asteroides son parte de nuestro sistema solar girando en torno a él.

Los objetos de **menos de 50 metros de diámetro se llaman meteoritos**. Ellos no son satélites de los planetas, sino los escombros del disco proto-planetario que no lograron unirse en un planeta desde su formación.

Meteoritos y cometas bombardean los planetas terrestres, desde el nacimiento del sistema solar. Aunque parecen sabiamente instalados en sus órbitas entre Marte y Júpiter, a veces son destructivos y que probablemente si el surgimiento de la vida en la Tierra.

El cinturón de asteroides define el límite entre los planetas terrestres y los planetas de gas, estas rocas están relacionadas con nuestro destino.

El primer asteroide fue descubierto por accidente el 31 de diciembre 1800 por **Giuseppe Piazzi**, director del observatorio de Palermo, Sicilia.

Mediante la observación de la constelación de Tauro, se vio un objeto no identificado que se mueve muy lentamente en el espacio oscuro.

Su colega, Carl Friedrich **Gauss** determinó la distancia exacta de este objeto desconocido y poner ese cuerpo entre Marte y Júpiter. Piazzi lo nombró Ceres, el nombre de la diosa Romana de la agricultura y la fecundidad e identificada como Deméter dentro de la mitología Griega.

LAS ORBITAS DE LOS ASTEROIDES CERCANOS A LA TIERRA SU AMENAZA

Los **asteroides** cercanos a la Tierra o **ECA**, en inglés **Earth Crossing Asteroids**, son cuerpos celestes que orbitan alrededor del Sol, que pasan regularmente cerca de la órbita de la Tierra. Se clasifican en tres grandes familias, **ATON**, que poseen un eje semi-mayor de menos de una **unidad astronómica (UA)**, **APOLO**, que cruzan la órbita de la Tierra con un período superior a un año y **AMOR**, que rozan la órbita exterior de la Tierra. Es de recordar que una **UA** corresponde a una distancia equivalente a la existente entre el Sol y la Tierra (150 millones de kilómetros, en promedio).

Estos objetos que pueden chocar con la Tierra, están sujetos a un control especial. A marzo 13, 2009, 6.049 **NEO's** se enumeran, de los cuales 1.035 tienen un diámetro mayor de 150 metros. Hay 3 categorías de asteroides: de **silicato** (grupo **S**), de **carbono** (grupo **C**) y **metálicos** (grupo **M**). Todos los días, varias docenas de toneladas de polvo cósmico caen a la Tierra, y un asteroide de 350 metros de diámetro golpeó la Tierra, estadísticamente, cada 16.000 años. Un asteroide de 75 metros de diámetro golpeó la Tierra estadísticamente una vez cada 1.000 años. Esta simulación muestra diferentes órbitas, en verde la de la Tierra, la órbita de color azul, las órbitas clásicas de los asteroides cerca de la Tierra y de color rojo la de los asteroides potencialmente peligrosos, o **PHA (Potentially Hazardous Asteroid)**. Los **PHA** son un subconjunto de asteroides cercanos a la Tierra (**NEA**) y circulan en órbitas muy cercanas a la órbita de la Tierra a una distancia inferior a alrededor de 8 millones de kilómetros. Los PHA también son lo suficientemente grandes como para sobrevivir a la travesía de la atmósfera de la Tierra y causar daños a escala regional, o más.

En la imagen, nuestro Sol amarillo esta al centro de una multitud de objetos, mientras que las órbitas de los planetas Mercurio, Venus y Marte aparecen en gris.

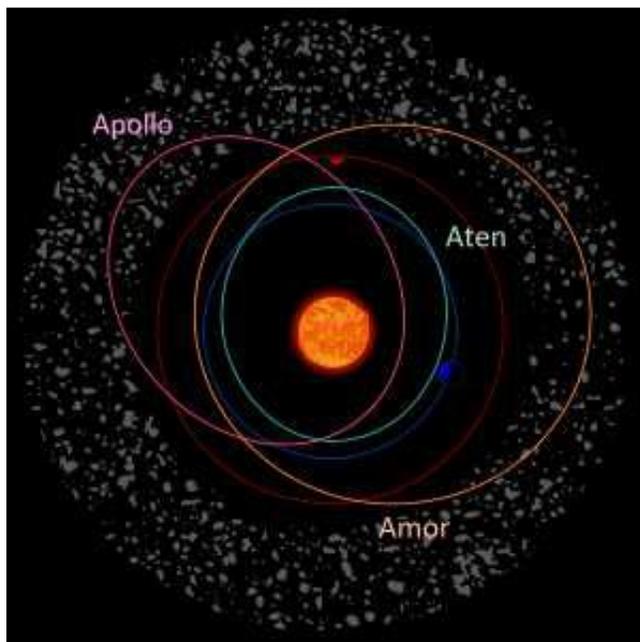
Como se indica en este diagrama, los **PHA** tienen una órbita circular, como la de la Tierra, mientras que las órbitas **NEA** son más elípticas. Los puntos en el fondo se basan en datos del telescopio **NEOWISE** de la NASA.

El **Wide Field Infrared Explorer (WISE)** ha escaneado todo el cielo en luz infrarroja, dos vez en 2010, antes de entrar en modo de hibernación en el año 2011. Los puntos azules y naranja, representan respectivamente, una simulación de la población de asteroides cerca de la Tierra y los **PHA**, de más de 100 metros de diámetro.

Las dos observaciones completas del cielo de **NEOWISE** dan la mejor visión general de la población de asteroides potencialmente peligrosos. Sólo resta afinar los datos de los **PHA**, número, tamaño, tipo de órbita y los peligros potenciales. El equipo **NEOWISE** estimó 20-30 por ciento de los actuales PHA, fueron descubiertos en mayo de 2012, fecha de esta imagen.

Nota: *WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer)* es un telescopio espacial de Estados Unidos que observa todo el cielo en luz infrarroja. Puesto en órbita el 14 de diciembre 2009, su misión de 10 meses era hacer un mapa completo de las fuentes de rayos infrarrojos para identificar asteroides en particular por encima de un cierto tamaño que fluyen a través del sistema solar, incluyendo los **NEO's**.

Clasificación de los NEO (Fuente: Wiki)



Algunos NEO con una órbita altamente excéntrica son probablemente cometas extintos que han perdido sus constituyentes volátiles. De hecho unos cuantos NEO mantienen una cola imperceptible desprendida del cinturón de Kuiper, un depósito permanente de cometas cercano a la órbita de Neptuno. El resto de los NEA parecen ser verdaderos asteroides, desviados del cinturón de asteroides por interacciones gravitacionales con Júpiter o por colisiones entre ellos mismos.

Hay tres familias de NEO's:

Los **asteroides Atón (Aten en inglés)**, caracterizados por tener un rango de órbita radial cercano a una **ua** (unidad astronómica, la distancia de la Tierra al Sol) y un **afelio** de la longitud del **perihelio** terrestre, lo que los coloca dentro de la órbita de la Tierra.

Los **asteroides Apolo**, con un rango de órbita radial más grande que el de la Tierra y un perihelio menor al **afelio** terrestre.

Los **asteroides Amor**, con un rango orbital radial entre la órbita de **Marte** y la de la Tierra y un perihelio muy por encima de la órbita terrestre (de 1,017 a 1,3 **ua**). Los objetos que integran este tipo frecuentemente cruzan la órbita de Marte, pero no la de la Tierra. Las dos lunas de Marte, Fobos y Deimos quizás alguna vez fueron asteroides del tipo Amor que fueron capturados por el planeta rojo.

Probabilidad de impacto de los NEO (Fuente: Wiki)

La aceptación generalizada de la **hipótesis Álvarez**, que explica el evento de la **extinción masiva del Cretácico-Terciario** como el resultado de un impacto acontecido con un asteroide o cometa, ha despertado el temor a la posibilidad futura de que la Tierra sea impactada por asteroides que crucen su órbita.

La amenaza de un impacto con la Tierra fue enfatizada por la colisión del **cometa Shoemaker-Levy 9** con el planeta Júpiter, acaecida el 16 de julio de 1994.

El 22 de marzo de 1989, el asteroide **Asclepio**, asteroide Apolo con un diámetro aproximado de 300 metros, se acercó a 0,7 millones de kilómetros de la Tierra (en comparación, la Luna se encuentra a 0,38 millones de kilómetros), atravesando la posición exacta que la Tierra tenía seis horas antes. Si el asteroide la hubiese impactado habría provocado la mayor explosión registrada en la historia humana.

Los asteroides con un diámetro de un kilómetro golpean la Tierra pocas veces en un intervalo de un millón de años. Grandes colisiones con objetos de 5 kilómetros de diámetro ocurren aproximadamente una vez cada 10 millones de años. En 1908, el **evento de Tunguska**, equivalente a una explosión de 20 megatonnes de TNT, fue causado probablemente por el impacto de un objeto con un diámetro de aproximadamente 20 metros. Colisiones menores, equivalentes a miles de toneladas de TNT, ocurren algunas veces cada mes.

Aunque ha habido algunas falsas alarmas, varios asteroides se han establecido definitivamente como amenazas a la Tierra. El asteroide **(29075) 1950 DA** con un diámetro aproximado de un kilómetro, se perdió después de su descubrimiento en 1950. Desde entonces, pocas observaciones se habían practicado para calcular su órbita hasta que fue redescubierto el 31 de diciembre de 2000. Se calcula que podría impactar a la Tierra el 16 de marzo del año 2880.

El 18 de marzo de 2004, el **Linear** anunció que un asteroide de 30 metros de diámetro, el **2004 FH**, pasaría a solo 42.600 km (un décimo de la distancia de la Tierra a la Luna: el más cercano con un mínimo de error antes visto). Se estimó que asteroides de un tamaño similar pasan cerca de nosotros cada dos años.

Programas de rastreo de NEO's

Diversos astrónomos han conducido misiones para localizar NEA (Near Earth Asteroid). Una de las más conocidas es el **Linear**, el cual comenzó en 1996. Hasta 2004, Linear efectuó el descubrimiento de decenas de miles de objetos cada año, registrando en ese periodo un 70 % de estos asteroides detectados. La misión Linear usa dos telescopios de 1,5 m localizados en Nuevo México.

Otro proyecto es **Spacewatch** (en español, vigilancia espacial), el cual usa telescopios de 90 cm, situados en el **Observatorio Nacional de Kitt Peak** en Arizona, actualizados con un seguidor automático de imágenes, para buscar intrusos en los cielos. Fue puesto en marcha por Tom Gehrels y Robert S. McMillan del Laboratorio Planetario y Lunar de la Universidad de Arizona en Tucson y es operado en la actualidad por McMillan. El proyecto Spacewatch ha adquirido un telescopio de 1,8 m, ubicado también en Kitt Peak, para cazar NEA y ha dotado al viejo telescopio de 90 cm con un dispositivo para formar un sistema electrónico de imágenes con mucha mejor resolución. Esta implementación busca aumentar su capacidad de rastreo. Estos nuevos recursos prometen aumentar la tasa de descubrimientos de NEA a través de Spacewatch de 20 a 30 por año hasta llegar a 200 o más.

Otros programas de investigación que rastrean NEO's son **Near Earth Asteroid Tracking (NEAT)**, **Lowell Observatory Near-Earth-Object Search (Loneos)**, **Catalina Sky Survey (CSS)**, **Campo Imperatore Near-Earth Object Survey (Cineos)**, **Japanese Spaceguard Association** y **Asiago-DLR Asteroid Survey (ADAS)**.

Spaceguard (en español, guardia espacial) es el nombre bajo el cual se agrupan estos programas, algunos de los cuales reciben apoyo de la NASA, bajo un requerimiento del congreso estadounidense de detectar un 90 % de los NEA con un diámetro mayor a un kilómetro.

Un estudio de seguimiento efectuado por la NASA en 2003 reflejó el gasto de 250 a 450 millones de dólares en detectar el 90% de los NEO's con un diámetro mayor de 140 metros hacia el año 2028.

IMPACTO EN LA TIERRA

La factibilidad del impacto de un NEA de un kilómetro o de mayores dimensiones, lo que sería una catástrofe sin paralelo en la historia de la humanidad, ha mantenido viva la idea de una red de defensa conjunta y dado lugar a especulaciones en cuanto a cómo desviar objetos que pudiesen significar una amenaza. La detonación de un dispositivo nuclear sobre la superficie de un NEA podría ser una opción. Con la explosión se buscaría alterar su trayectoria en una especie de propulsión nuclear de pulso.

Sin embargo, han ido aumentando las pruebas de que algunos asteroides son en realidad aglomerados de elementos unidos entre sí por la fuerza gravitatoria, por lo que el uso de un detonante nuclear provocaría que el asteroide se desintegrara en distintas partes sin alterar su curso. De alguna forma es mucho peor ser impactado por una nube de asteroides que solo por uno grande. Esto ha provocado una variedad de ideas alternativas para eliminar esta amenaza:

- Colocar *difusores de masa*, un método de propulsión electromagnética, con el fin de sacar materia polvorienta disparándola lejos para darle un empuje lento y estabilizador.
- Colocar una hoja en forma de película reflectora de PET aluminizado envolviendo el asteroide para que actúe como una vela solar usando la presión de la luz para modificar la órbita del objeto.
- Cubrir con polvo blanco el objeto para producir el mismo efecto anterior utilizado (**efecto Yarkovsky**).

EJEMPLOS RECIENTES

El 29 de enero de 2008 el asteroide 2007 TU24 pasó a unos 553.512 kilómetros de la Tierra. **[1,4 Lunas]**

El 27 de enero de 2012 el asteroide 2012 BX34 pasó a 66.272 kilómetros de la Tierra. **[0,17 Lunas]**

El 7 de enero de 2017 el asteroide 2017 AG13 pasó a 192.316 kilómetros de la Tierra. **[0,5 Lunas]**

NOTA: **[# Lunas]** significa el cociente entre la distancia de La Tierra a La Luna (384.400 km) y la distancia a la tierra por la que pasa el objeto observado.

EL SEGURO CONTRA IMPACTOS DE OBJETOS PROVENIENTES DEL ESPACIO

Es inevitable que un meteorito amenace un importante centro urbano. Es muy poco probable que suceda este año o esta década, pero algún día sucederá. El posible daño será catastrófico. Una póliza de seguro típica promete cobertura, pero existen límites a la capacidad de pago del seguro. Además, el daño de un meteorito urbano no encaja en los principios de la cobertura de seguros, y las aseguradoras pueden decidir excluir este peligro antes de que ocurra. Los formuladores de políticas nacionales e internacionales deben desarrollar la preparación de planes, asumiendo que gestionarán la recuperación de la sociedad de un impacto de meteorito en un importante centro urbano, incluida la responsabilidad de los asuntos financieros.

Una breve historia de los seguros

El concepto básico de seguro implica que muchos asegurados agrupen a las modestas primas que pagan para cubrir las pérdidas aleatorias y, a menudo, importantes que afectan a unos pocos. Este concepto ha estado en práctica durante mucho tiempo, y estaba vigente antes de la fundación de la industria de seguros moderna. Por ejemplo, la literatura china de hace más de 5000 años muestra que los capitanes de los barcos se detenían antes de entrar aguas y redistribuir su cargamento. Varios capitanes pueden experimentar una pérdida parcial si un barco se tambalea, pero ninguno será una pérdida total.

La industria de seguros moderna se formó después del Gran Incendio de Londres en 1666. El incendio arrasó a con casi el 80 por ciento de la ciudad en gran parte de madera, destruyendo más de 13.000 hogares y 100 iglesias, incluida la Catedral de St. Paul (*Oficina de Seguros de Canadá, 2000*).

Después del incendio, surgió la demanda de extinción de incendios y protección de seguros.

Los seguros crecieron durante los siguientes trescientos años para cubrir una gama notablemente amplia de peligros.

En 1706, Sun Fire Office en Londres ofrecía cobertura sobre contenidos, así como viviendas. Las compañías de seguros abrieron sus operaciones en Escocia en 1720, en Alemania por 1750, en los Estados Unidos en 1752 y en Canadá en 1804 (*Insurance Bureau of Canadá, 2000*). El seguro ahora está disponible en todo el mundo. Las Naciones Unidas han descrito la industria como base esencial para el éxito económico de una nación.

A principios del siglo XX, hubo una reforma importante en la cobertura típica. Políticas que cubrían peligros nombrados como el fuego y el robo fueron reemplazados en gran medida por riesgos múltiples o pólizas a todo riesgo. Esto incluía cobertura de seguro comercial y para propietarios de viviendas.

Estas pólizas cubren todos los riesgos que no están específicamente excluidos. Además de la propiedad asegurada, los seguros se han convertido en un mecanismo notablemente flexible para protegerse de una amplia variedad de amenazas.

La industria de los seguros generales es en gran medida independiente de la industria de los seguros de vida.

Aunque el impacto de un meteorito indudablemente tendría efectos dramáticos para ambos, es la industria de seguros en general que participa más activamente en la evaluación y gestión del riesgo de peligros naturales.

Este documento se centra en los impactos de un meteorito en la industria de seguros generales.

Seguros y peligros naturales

La protección del seguro está disponible para daños causados por la mayoría de los peligros naturales. Existen diferencias en todo el mundo, pero una póliza de seguro contra todo riesgo típica en América del Norte Europa ofrece cobertura contra daños causados por peligros que incluyen graves fenómenos como Viento, Tornado, Huracán, Granizo, Lluvia, Helada, Relámpagos, Fuertes Nevadas, Congelamiento de Tuberías, y por supuesto, meteoritos. A menudo se puede comprar cobertura adicional para el respaldo de alcantarillado y daños por terremoto si se solicita (Oficina de Seguros de Canadá, 1994).

Algunos peligros, como daños por inundaciones y deslizamientos de tierra, no están cubiertos por un seguro estándar, política, o endosos, porque no satisfacen los requisitos de suscripción. El gobierno puede proporcionar una cobertura similar a un seguro para estos riesgos, pero generalmente no cubiertos por aseguradoras privadas.

Los riesgos deben cumplir tres amplios criterios antes de que se acepten como asegurables:

- Hay una ocurrencia aleatoria de pérdidas;
- Una población relativamente grande está expuesta a un riesgo y está dispuesta a pagar cobertura; y
- Es probable que una parte relativamente pequeña de la población expuesta incurra en pérdidas en cualquier una hora en particular.

Las pérdidas por inundaciones y deslizamientos de tierra no son aleatorias. Las propiedades ubicadas en áreas de alto riesgo son más probabilidades de sufrir daños. El seguro privado en gran parte no está disponible en tales instancias.

El impacto de un pequeño impacto de meteorito cumpliría estos tres criterios. Daño causado por un meteorito menor de un metro afectaría a una pequeña parte de la población y debe ser un riesgo asegurable. Un meteorito que supere los 2.000 metros, sin embargo, acabaría con la civilización tal como la conocemos. Afectaría a una proporción demasiado grande de la población. El impacto de un gran meteorito no cumple los criterios de asegurabilidad. Este documento explorará la magnitud de un evento que podría cubrir el seguro.

Un impacto de un meteorito con un diámetro de 30 metros en un gran centro urbano podría afectar a una gran parte de la población expuesta, y la mayoría experimenta una pérdida al mismo tiempo. Eso no se ajusta a los criterios generales utilizados para determinar la asegurabilidad. Sin embargo, en este momento la mayoría de las pólizas de seguro brindan cobertura por daños causados por el impacto de un meteorito. Esto puede ser el resultado del cambio de las pólizas de riesgo designado a la cobertura de todo riesgo. Esto llevó al establecimiento de cobertura de seguro para la mayoría de los peligros, pero solo con el tiempo las aseguradoras comenzaron a considerar ya veces excluir la cobertura de ciertos peligros. Un ejemplo implica la decisión de muchas aseguradoras en los últimos años de excluir los daños causados por terrorismo de cobertura estándar.

COBERTURA DE SEGURO POR DAÑO CAUSADO POR METEORITO

Los daños debidos al impacto directo de un meteorito están cubiertos por un seguro general. En términos generales, dado que los términos y condiciones de una póliza a todo riesgo no especifican ninguna exclusión del impacto de meteoritos per se, la cobertura del seguro normalmente existe. La cobertura de peligros nombrados ya no es común, y la redacción específica de la política debe ser examinada, pues taxativamente no la excluye.

Sin embargo, parece que los daños están cubiertos por una póliza de propiedad típica el impacto de un meteorito.

Además del impacto directo, habrá daño adicional debido a las características y naturaleza del impacto. Con respecto a los efectos secundarios del impacto de un meteorito, Munich Re analizó una póliza de seguro típica y describió la cobertura de la siguiente manera:

FUEGO O INCENDIO

Cuando un meteorito entra en la atmósfera de la Tierra, el objeto se calienta. En el caso de un impacto en la tierra o explosión, existe la posibilidad de que los incendios en edificios o bosques cercanos puedan ocurrir. Si un incendio es el resultado del impacto de un meteorito, esto generalmente se cubre en todos los casos.

EXPLOSION

Dependiendo del tamaño y la densidad de un meteorito, es posible que el objeto explote antes de impactar realmente la superficie. Tal fue el caso del objeto que explotó sobre Siberia en 1908. Si un meteorito llega a la superficie de la Tierra o explota en la atmósfera, esto se ve como una explosión bajo un seguro de propiedad típico.

Nuevamente, a menos que se indique específicamente, este peligro está cubierto en la mayoría de Seguros de Propiedades Generales. (Políticas en Europa y América del Norte).

TSUNAMI La mayor parte de la superficie del mundo está cubierta por océanos (71 por ciento), por lo que un meteorito puede generar un tsunami. Garshnek, Morrison y Burkle (2000) señalan que un tsunami resultante de un impacto oceánico podría causar muertes y daños en los márgenes

continentales. Las áreas pobladas con mayor riesgo inmediato incluyen áreas bajas como los Países Bajos, Bangladesh y las comunidades costeras del Atlántico en América del Norte y del Sur.

Las ciudades en riesgo debido a sus elevaciones incluyen Halifax, Honolulu, Tampa Bay, Nueva Orleans, Calcuta y Ámsterdam (Garshnek, Morrison y Burkle, 2000) El impacto catastrófico que se cree que inició la última Edad de Hielo golpeó un mar poco profundo cerca de Chixulub, México y dejó depósitos de tsunamis en Haití, Texas y el interior de Florida (Ward y Asphaug, 2001).

INUNDACION

El seguro contra inundaciones normalmente no está cubierto por un plan de seguro de propiedad típico.

Las exclusiones del seguro se refieren a la crecida de un río o al desbordamiento de una masa de agua. Hay un consenso general de que las inundaciones causadas por el impacto de un objeto que golpea un cuerpo de agua estarían cubiertas por una póliza de seguro de propiedad típica.

TERREMOTO

En una póliza contra todo riesgo, existe una cobertura contra terremotos (o sacudidas) disponible. Con la excepción de las pérdidas de ondas de presión y de impacto puro, el destructivo.

Los resultados del impacto de meteoritos se incluyen en general en el alcance de la cobertura términos y condiciones de seguro generalmente utilizados en todo el mundo.

Solo se necesita un impacto de un meteorito de varios metros de diámetro para crear potencialmente una fuerte sacudida del suelo (Chapman et al., 2001).

En resumen, los daños causados por el impacto de un meteorito están cubiertos por una póliza de seguro típica.

EVALUACION DEL POTENCIAL DE DAÑOS POR METEORITOS

Se sabe que más de 100 meteoritos impactaron la Tierra durante el siglo pasado.

El mayor evento ocurrió en 1908. Un meteorito de 30 a 50 metros explotó sobre Siberia el 30 de Junio. Ese evento devastó un área de 2.200 km² talando o dañando gravemente todos los árboles y dejando la zona con cicatrices.

La observación espacial ha revelado aproximadamente un millón de objetos en órbita alrededor de la Tierra. Más de 200 miden entre 10 y 30.000 metros. Hay un gran margen de certeza de que un gran meteorito golpee la tierra en el actual siglo XXI

El impacto puede variar de menor a catastrófico, según el tamaño del objeto, densidad, potencial y capacidad de detección y deflexión, eficacia de la alerta sistemas y la ubicación del impacto. Un gran impacto de meteorito probablemente provocaría otras consecuencias como inundaciones, incendios, terremotos y tsunamis.

Estos efectos secundarios compusieron la fuerza destructiva inicial del impacto del meteorito original y podría haber impactos devastadores en la infraestructura de uno o posiblemente más países (Chapman, 2003)

La NASA se ha comprometido a encontrar para 2008, el 90 por ciento de los objetos cercanos a la tierra que son más grandes de 1.000 metros de diámetro.

La probabilidad de un impacto sustancial este siglo es generalmente se considera bajo, pero se acepta ampliamente que "una colisión futura de un asteroide o núcleo cometario con la Tierra con efectos catastróficos es inevitable a menos que se desarrolla tecnología para modificar la órbita de tales cuerpos" (NASA, 2002).

Si un meteorito de más de unas pocas docenas de metros de diámetro golpea un centro urbano importante, la industria de seguros sufriría pérdidas como ninguna otra que haya experimentado en su historia.

Los incendios, terremotos, tsunamis y daños por impacto directo podrían sobrepasar la capacidad de la industria de seguros para hacer frente al número y valor de las reclamaciones. De hecho, la industria probablemente no podría hacer frente si un meteorito golpea un centro urbano importante sin la ayuda e intervención de organismos Gubernamentales e internacionales.

Mientras los científicos evalúan cómo defender la Tierra de la amenaza del impacto de un meteorito, todavía no hay consenso sobre cómo esto podría o debería lograrse. Si no somos capaces de desviar el objeto y hacer que pase por alto la Tierra, entonces podemos tratar de romperlo. Esto podría aumentar la probabilidad de un impacto en una región densamente poblada ¿?

LOS ASEGURADORES NECESITAN PREPARARSE

La industria de seguros debe evaluar su preparación para un impacto de meteorito.

Muchas aseguradoras no estaban completamente preparadas cuando el huracán Andrew azotó el sur de Florida en 1992, y nuevamente cuando los terroristas atacaron el World Trade Center el 11 de septiembre de 2001.

Estos eventos han llevado a la industria a reevaluar su preparación y capacidad para abordar grandes eventos. La industria ha comenzado a establecer asociaciones con los gobiernos nacionales y agencias internacionales para garantizar una preparación y capacidad adecuadas para responder a grandes eventos. El impacto de un meteorito es otro ejemplo de baja probabilidad / alto costo evento que debe abordarse, e idealmente esto debe tener lugar mucho antes de su impacto u ocurrencia.

La próxima vez que un gran meteorito golpee la Tierra, hay varios escenarios posibles que podría tener lugar.

Impacto de meteorito agrupado Chapman, Durda y Gold consecuencias en tres categorías, basadas en el tamaño del meteorito.

Un Desastre Regional resultará con el impacto de un objeto de varios cientos de metros. El impacto puede causar incendios localizados dentro de la zona de impacto inmediato y sacudidas del suelo dentro la vecindad inmediata del impacto. El cráter resultante podría ser tan grande como 10,000 metros. Chapman afirma que tal impacto podría resultar en eventos catastróficos incluidos terremotos, polvo estratosférico o una "noche global", así como incendios a nivel mundial, se pueden encontrar categorías adicionales.

EL COSTO DEL IMPACTO DE UN METEORITO

Tratar de evaluar los costos de un impacto de meteorito en la Tierra requiere numerosos supuestos. Ha habido pocos impactos y de tamaño significativo durante los períodos de nuestra historia registrada, y los meteoritos tienen diferentes estructuras físicas. Esto se suma al desafío de evaluar los posibles daños asegurados. Además, aquellos impactos que han ocurrido, se han presentado en jurisdicciones internacionales que prácticamente no han creado modelos de seguro para fijación de precios o valoración. Mientras que el seguro generalmente valora las primas utilizando eventos históricos como punto de referencia, esto no es posible para los impactos de meteoritos.

Podemos comparar la posible devastación en términos de costos de un impacto de meteorito con la de otros desastres para crear una evaluación aproximada de los posibles costos asegurables de un impacto de meteorito en una zona urbana.

Para este análisis usamos los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001 en Nueva York y comparar el impacto con el cráter Meteorico en Arizona y el incidente de Tunguska en Siberia, para evaluar posibles reclamaciones de seguros con respecto a un impacto de meteorito.

El ataque terrorista al World Trade Center representa el desastre más costoso jamás enfrentado por la industria de seguros. El total de reclamaciones pagadas por daños materiales y comerciales por interrupción de negocios fue de aproximadamente **US\$ 21 mil millones**. El área de devastación como resultado de los ataques a las Torres Gemelas fueron de aproximadamente 0,25 km² (FEMA 2002).

El cráter del meteorito en Arizona fue causado por un meteorito de aproximadamente 30-50 metros de diámetro.

El cráter que se creó como resultado del impacto tiene un diámetro de 1.200 metros y un área de 1,13 km². Esto es casi cinco veces el área devastada por el ataque al WTC. El daño severo de la onda de presión de los escombros ocurrido abarcó un área mucho más grande.

En su estudio, *Garshnek et al.*, Señalan que un meteorito con un diámetro de 50 metros podría potencialmente devastar hasta 1.900 kilómetros cuadrados, un área 7,600 veces mayor que la afectada

en los eventos de Nueva York. El incidente de Tungaska, por ejemplo, resultó en graves daños en un área 8.800 veces mayor que la de Nueva York y también fue causado por un meteorito, que se ha calculado de entre 30 y 50 metros de diámetro.

Según la publicación “Demographia”, ese nivel de devastación es mayor en tamaño que la superficie total urbana de ciudades como Toronto, Londres, París, Nueva York y el área metropolitana de Tokio. Así, el daño general que resultará con el impacto de un meteorito de tamaño similar al cráter del Meteoro en Arizona conduciría a pérdidas de seguro mucho más allá de lo que la industria podría hacer frente.

Si un meteorito con un diámetro de 30-50 metros hubiera golpeado el World Trade Center en 2001, utilizando el nivel de devastación discutido por Garshnek et al, podríamos estimar que los daños directos y las reclamaciones de seguros podrían haberse aproximado a US \$ 2 - \$ 4 billones. Tales pérdidas están mucho más allá de cualquier cosa que haya enfrentado la industria, y no está claro cómo la industria habría podido seguir funcionando.

Es importante reconocer que este escenario en el peor de los casos combina la muy baja probabilidad (que va desde un décimo hasta un uno por ciento sobre una base anual) de que la Tierra sea golpeada por un meteorito de más de 30 metros de diámetro, junto con una baja probabilidad de que dicho impacto ocurra en tierra firme (solo el 29% de la superficie mundial es masa terrestre) y que el impacto golpeará un centro urbano (tal vez menos del dos por ciento basado en el área de los Estados Unidos). La naturaleza aleatoria de estos eventos significa que el impacto probablemente sea con el océano, o en una región remota, donde las muertes y pérdidas aseguradas se reduzcan considerablemente. Sin embargo, el ejemplo ilustra que un objeto de 30 metros podría tener un impacto catastrófico en la industria global de seguros.

CAPACIDAD DE PAGO DE LAS ASEGURADORAS

El capital total de la industria mundial de seguros distintos de los de vida en 2003 fue de 1,3 billones de dólares EE.UU. (Swiss Re 2004).

Como se indicó anteriormente, un meteorito de unas pocas docenas de metros de diámetro podría dar lugar a reclamaciones por daños que oscilan entre 2 y 4 billones de dólares si el impacto se produce directamente en el corazón de un importante centro urbano como Nueva York, Tokio o Londres. Esto está claramente más allá de la capacidad de gestión de la industria.

Garshnek y col. (2000) señalan que ha habido análisis de métodos para desviar estos objetos lejos de la Tierra, pero se ha dedicado muy poco esfuerzo a la idea de implementación de un plan de gestión de desastres con respecto al impacto de un meteorito. Ya que las aseguradoras actualmente ofrecen cubrir los daños causados por impactos de meteoritos, deben ser motivadas a participar en esta planificación.

Conclusión

Grandes meteoritos han chocado contra la tierra en el pasado y volverán a hacerlo.

Las pólizas de seguro prometen pagar los daños causados por el impacto de un meteorito (ya que no existen exclusiones taxativas dentro de los clausulados).

Meteoritos mayores de 2000 metros probablemente causarían tanto daño que la civilización como la conocemos llegaría a un final, y pocos pensarían en cuestiones de seguros. Meteoritos más grandes que unas pocas docenas de metros que golpearan un centro urbano importante, podrían abrumar a la industria de seguros. Existe una probabilidad muy baja de que esto ocurra, pero las altas consecuencias implican que la industria de seguros debería prestar más atención a este peligro.

Algunas acciones específicas a considerar por la industria, son:

- ✓ ¿Deberían las aseguradoras y reaseguradoras seguir cubriendo los daños por impacto de meteoritos?
- ✓ ¿Cómo pueden las aseguradoras fomentar las iniciativas de preparación y prevención de pérdidas?
- ✓ ¿Cómo pueden las aseguradoras trabajar con gobiernos y agencias internacionales para gestionar amenazas como los meteoritos que están más allá de la capacidad financiera de las aseguradoras?

... muy interesantes cuestionamientos para ser tratados objetivamente...

Juan Carlos Lancheros Rueda – CILA, BC's Mech Eng, BC's B.A, M.I.A, P.M.S, F.M.S.
C.E.O.

APENDICE 1

ESCENARIOS POR IMPACTO	DIAMETRO DEL METEORO, ASTEROIDE O ROCA ESPACIAL AL IMPACTAR		
Categoría del impacto ▶	Desastre Regional	Fin de la Civilización	Extinción total [KT]
Efecto Ambiental ▼	300 m.	2.000 m.	10.000 – 15.000 m.
Incendio por bola de fuego o reingreso de escombros	Fuego localizado en zona de impacto	Fuegos encendidos dentro de cientos de km de zona cero	Incendios a nivel mundial. Tormenta de fuego global
Polvo estratosférico Oscurcimiento solar	Polvo estratosférico debajo de niveles catastróficos	Luz solar cae a nublado casi a nivel mundial. Agricultura global amenazada	Noche global. Visión casi imposible. Invierno de impacto severo multianual
Aerosoles de sulfato Agua inyectada a la Estratósfera	Ninguno (Excepto localmente)	Sulfatos y humo. Aumento de los efectos de polvos. Posible destrucción de la Capa de Ozono	Sinergia de todos los factores alcanzando un década de invierno
Terremotos	Sacudida del suelo local	Daños significativos dentro de cientos de km de zona cero	Daño a nivel mundial moderado
Tsunamis	Inundación de proporciones históricas a lo largo de costas próximas al océano	Litorales próximos al océano inundados tierra adentro por kilómetros	Tsunami primario y secundario inundando las costas hasta 100 km mar adentro en tierras bajas en todo el mundo
Destrucción total en zona de cráter	Zona de cráter entre 5 y 10 km	Zona de cráter del orden de 50 km	Zona de varios cráteres de cien kilómetros de ancho
Se denomina Extinción KT o Paleógeno al periodo de extinciones masivas de especies hace aproximadamente 65 millones de años [Fin del periodo Cretácico e inicio del periodo Paleógeno (primer periodo Cenozoico), conocido también como extinción masiva del límite K/T (del alemán Kreide/Tertiar o K/Pg			

APENDICE 2

DEFINICIONES – Cuerpos Espaciales

<p>Meteoro, en su uso <u>astronómico</u>, es un concepto que se reserva para distinguir el fenómeno luminoso que se produce cuando un meteoroides atraviesa nuestra atmósfera. Es sinónimo de estrella fugaz, término impropio, ya que no se trata de estrellas.</p>	<p>Meteoroides, son partículas de polvo y hielo o rocas de hasta decenas de metros que se encuentran en el espacio producto del paso de algún cometa o restos de la formación del Sistema Solar. ...</p>
<p>Meteorito, son los meteoroides que se desintegran al alcanzar la superficie de la Tierra. Suelen tener desde un centenar de micras hasta unas decenas de metros.</p>	<p>Aerolito (Aeros, aire – Litos, piedra) o meteorito, es un meteoroides que alcanza la superficie de la tierra debido a que no se desintegra por completo en la atmósfera.</p>
<p>Bola de fuego (Estrella Fugaz) son pequeñas partículas (entre 1 mm y algunos cm) que al entrar en la atmósfera de la tierra se “queman” por la fricción (en realidad el brillo se debe a la ionización del aire a su alrededor), produciendo el rastro luminoso que lo distingue.</p>	<p>Asteroides, suelen ser cuerpos rocosos más pequeños que un planeta y mayores que un meteoroides, usualmente ubicados entre las orbitas de Marte y Júpiter en una zona denominada Cinturón de Asteroides, acumulados en los puntos de Lagrange entre dichos planetas.</p>
<p>Cometa es un cuerpo celeste constituido por hielo, polvo y roca que orbita alrededor del sol siguiendo diferentes trayectoria elípticas, parabólicas o hiperbólicas</p>	



APENDICE 3

HUELLA DE LOS 10 PRINCIPALES IMPACTOS DE CUERPOS ESPACIALES EN LA TIERRA

<p style="text-align: center;">1. Cráter Vredefort</p> <p>Fecha: Aproximadamente 2.000 millones de años</p> <p>Lugar: Free State, Sudáfrica.</p> <p>Características: Este cráter tiene un radio estimado de 190 kilómetros, convirtiéndose en la mayor estructura creada por un impacto del mundo, y siendo declarado patrimonio por la UNESCO en 2005</p> 	<p style="text-align: center;">2. Sudbury Basin</p> <p>Fecha: Aproximadamente 1.800 millones de años</p> <p>Lugar: Ontario, Canadá</p> <p>Características: El Sudbury Basin está considerado como uno de los mayores cráteres de la Tierra, contando con un diámetro de 130 kilómetros. Además de estar entre los más grandes, también es uno de los más antiguos.</p> 
<p style="text-align: center;">3. Cráter Acraman</p> <p>Fecha: Aproximadamente 580 millones de años</p> <p>Lugar: Australia</p> <p>Características: Localizado en lo que es actualmente conocido como el lago de Acraman; tiene un diámetro aproximado de 90 km.</p> 	<p style="text-align: center;">4. Cráter Woodleigh</p> <p>Fecha: Aproximadamente 364 millones de años</p> <p>Lugar: Australia</p> <p>Características: Este cráter no está exento de polémica, pues su diámetro varía entre los 40 y los 120 km según las fuentes.</p> 
<p style="text-align: center;">5. Cráter Manicougan</p> <p>Fecha: Aproximadamente 215 millones de años</p> <p>Lugar: Quebec, Canadá</p>	<p style="text-align: center;">6. Cráter Morokweng</p> <p>Fecha: hace 145 millones de años</p> <p>Lugar: Sudáfrica</p> <p>Características: Localizado cerca del desierto</p>

<p>Características: Este cráter actualmente cobija el lago Manicouagan, y es uno de los mejor conservados, contando con un diámetro de 100 km.</p> 	<p>Kalahari, este cráter contiene los restos fosilizados del meteorito que lo creó.</p> 
<p align="center">7. Cráter Kara</p> <p>Fecha: hace 70,3 millones de años</p> <p>Lugar: Nenetsia, Rusia (Tayikistán)</p> <p>Características: Es uno de los cráteres más deteriorados del mundo.</p>	<p align="center">8. Cráter Chicxulub</p> <p>Fecha: hace 65 millones de años aproximadamente</p> <p>Lugar: Yucatán, México</p> <p>Características: Localizado en la península del Yucatán, muchos achacan a este meteorito la culpa de ser uno de los causantes de la extinción de los dinosaurios. Su diámetro varía entre los 170 y los 300 kilómetros.</p>
	
<p align="center">9. Cráter Popigai</p>	<p align="center">10. Cráter Chesapeake Bay</p>

<p>Fecha: hace 35,7 millones de años</p> <p>Lugar: Siberia, Rusia</p> <p>Características: Los científicos rusos consideran que este cráter es un gran depósito de diamantes, confiriendo a este lugar de ser una de las mayores acumulaciones del mundo.</p>	<p>Fecha: hace 35 millones de años</p> <p>Lugar: Virginia, EEUU</p> <p>Características: Descubierta a principios de 1980, este cráter está situado a 200 km de Washington, D.C.</p>
	

Fuente: National Geographic

Juan Carlos Lancheros Rueda – CILA, BC’s Mech Eng, BC’s B.A, M.I.A, P.M.S, F.M.S.
C.E.O.