

EL IMPACTO DEL METEORITO MIGUIR-CAJAS EN 1995 Y SU IMPORTANCIA PARA EL ECUADOR

Theofilos Toulkeridis y Richard Caleb Echegaray Aveiga

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador

Resumen

Lo que muchas personas temen, y consideran como el fin de la humanidad, es un impacto de un asteroide colisionando con nuestro planeta. En el pasado de la Tierra se han impactado varios asteroides y meteoroides, pero la mayoría de estos choques se erosionaron, y hoy por hoy se encuentran solamente a veces unos indicios directos como indirectos, como extinciones masivas de unas especies en forma de fósiles, o capas con contenido de material extraterrestre entre otros. En la superficie actual de la Tierra sí hay unas claras evidencias de estos impactos, y debido a un reconocimiento en el campo, se ha encontrado una más el 12 de Marzo de 2017, en el Parque Nacional Cajas, muy cerca del centro de interpretación. Este descubrimiento del impacto sobre una roca volcánica podrá ser muy pronto un atractivo turístico principal del país debido a su accesibilidad, e importancia por ser único en el Ecuador.

Palabras clave: Meteoroides, impacto de choque, Parque Nacional Cajas

Abstract

What many people fear and consider as the end of the humanity is an impact of an asteroid colliding with our planet. In the past of the earth several asteroids and meteoroids have been impacted, but most of these collisions have been eroded and today there are only sometimes direct and indirect indications, such as massive extinctions of species in the form of fossils, layers with content of extraterrestrial material among others. On the present surface of the earth there are clear evidence of these impacts, and due to a reconnaissance in the field, one more was found on March 12, 2017, in the Cajas National Park, very close to the interpretation center. This discovery of the impact on a volcanic rock may soon be a major tourist attraction of the country due to its accessibility and importance for being unique in Ecuador.

Keywords: Meteoroid, shock impact, Cajas National Park

Introducción

Una forma de extinción masiva en nuestro planeta se acredita al impacto de objetos extraterrestres de enormes tamaños en una variedad de ocasiones (Hodych and Dunning, 1992; Claeys et al., 1992; Benton and Twitchett, 2003; White and Saunders, 2005; Benton, 2015). De los impactos de asteroides en la Tierra, los más significantes ocurrieron en tiempos arcaicos, finales de tiempos de Permiano, como en finales del Cretácico (Ganapathy, 1980; 1982; Smit, 1990; Kaiho et al., 2001; Schulte et al., 2010; Lowe, 2013). Muchos mitos y leyendas están asociadas con la apariencia de un objeto espacial como el Cometa Halley, o de un objeto que traspasó la atmósfera y posteriormente impactó.

Desde la antigüedad los egipcios han vinculado los ciclos de crecidas del río Nilo con los movimientos de las estrellas, entendiéndolo como movimiento de los dioses. Los babilónicos predecían el tiempo rigiéndose por la fachada del cielo (Grimal, 2004; Salem, 2009). La estrella de Belén, igual se considera como la observación de un cometa (Humphreys, 1991).

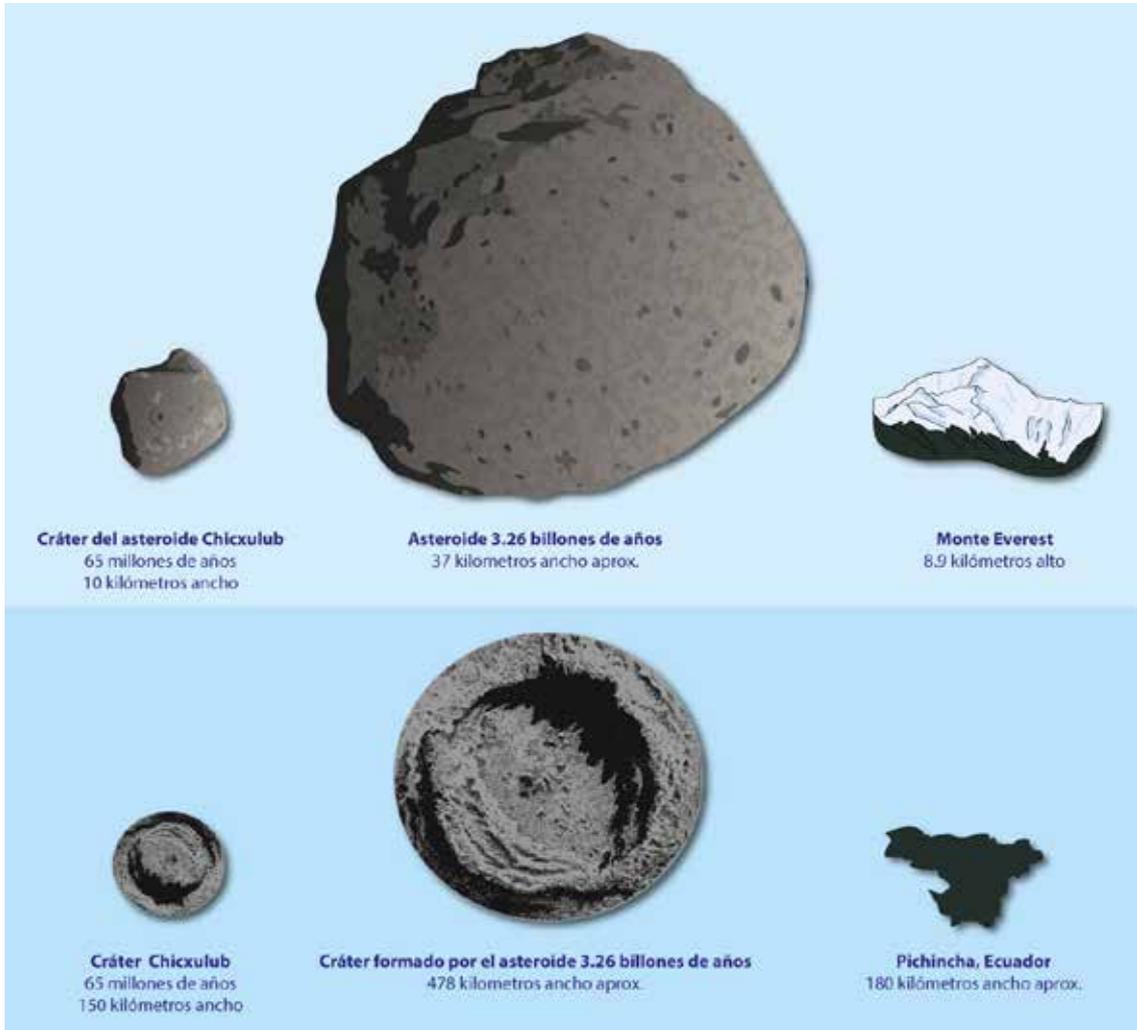


Figura 1: Una representación gráfica del tamaño del asteroide que se cree mató a los dinosaurios, y el cráter que creó, en comparación con un asteroide que se cree que golpeó la Tierra hace 3.26 mil millones de años y el tamaño del cráter que pudo haber generado. Un nuevo estudio revela el poder y la escala del evento hace unos 3,26 millones de años que los científicos creen que creó rasgos geológicos encontrados en una región sudafricana conocida como la Barberton Greenstone Belt. Adaptado de American Geophysical Union en base a Lowe (2013).

Sin embargo, no son tan exclusivas las apariencias de un objeto espacial o su impacto en la Tierra. En la superficie terrestre se deposita diariamente una cantidad considerable de materiales procedente del espacio. Casi la totalidad de estos materiales llega de forma desapercibida como partículas de polvo procedente de cometas (Llorca et al, 2005). Hay varias evidencias visibles en la actualidad, como el cráter de Barringer cerca de Winslow, Arizona, que es un claro ejemplo de lo que ocurre cuando un asteroide choca contra la superficie terrestre (Hager, 1953; DeYoung, 1994). Tiene un diámetro de 1200 metros con 200 metros de profundidad y se formó debido al impacto de un meteorito de alrededor de 30 a 50 metros de diámetro hace 50000 años (Figura 2).



Figura 2: Cráter de Barringer, Arizona. Imagen superior cortesía de meteor.com, inferior de Tony Rowell (2009).

En Tunguska, región deshabitada de Siberia occidental, ocurrió un impacto en 1908 producto del impacto de un meteorito de 60 metros de diámetro, que a diferencia del meteorito del cráter de Barringer, se desintegró por completo antes de llegar al suelo, motivo por el que no se formó ningún cráter (Asher et al., 2005; Napier and Asher, 2009; Kolesnikov and Kolesnikova, 2010). Sin embargo, todos los árboles en un área de 50 kilómetros a la redonda fueron calcinados o derribados, generando un ruido tan fuerte que pudo ser oído en Londres (Figura 3).

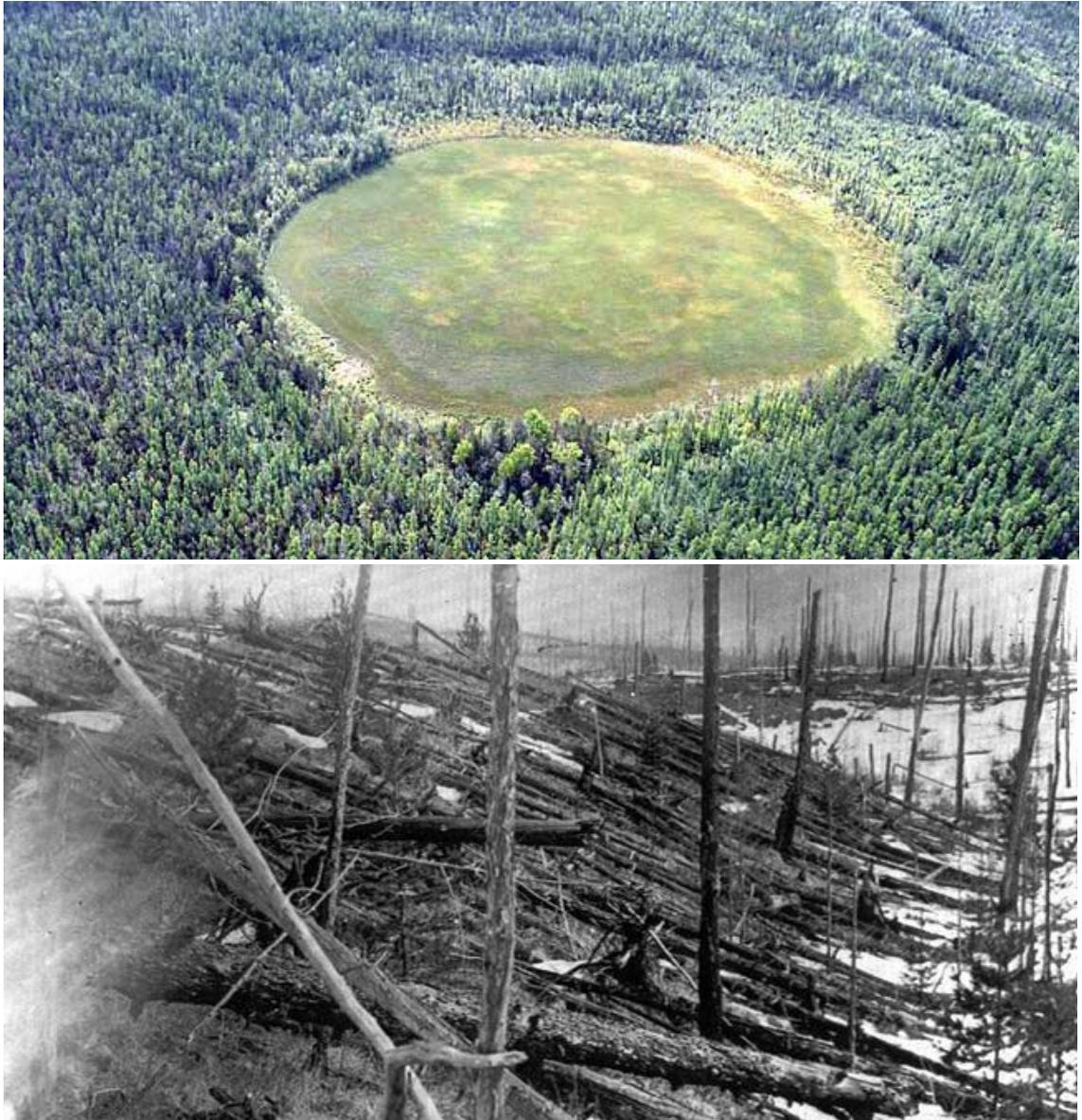


Figura 3: Tunguska, Siberia occidental. El 30 de junio de 1908, en una región de la antigua Unión Soviética llamada Tunguska, algo hizo explosión en las cercanías del río Pdkamennaya Tunguska, en Siberia. La explosión se produjo poco después de las 7h de la mañana con una potencia aproximada de 30 megatones (unas 185 bombas nucleares como la soltada sobre Hiroshima). La explosión fue tan potente que derribo árboles en un área de hasta 2.150 km² de distancia. Texto y figura superior cortesía de <https://yanomiramosenelcielo.wordpress.com/2015/04/20/tunguska-craterese-misteriosos-meteoritos-caidos-en-rusia/>, inferior de <http://www.abc.es/20120522/ciencia/abci-evento-tunguska-provocado-meteorito-201205221409.html>.

Uno de los más recientes eventos de esta naturaleza ha ocurrido en la región de Chelyabinsk, Rusia, donde cayó un meteorito en el 15 de febrero de 2013 que liberó una energía 30 veces superior a la de la bomba nuclear soltada sobre Hiroshima, dejando más de mil heridos y daños materiales por un valor superior a los 33.5 millones de dólares (Brown et al., 2013; Sputnik, 2013; La Popova et al., 2013; Tercera, 2013).



Figura 4: Estela del bólido sobre Cheliábinsk y cráter en el lago Chebarkul (Naukas, 2013).

Los meteoritos son cuerpos extraterrestres que no son desintegrados en su totalidad por la atmósfera y llegan a impactar sobre la superficie terrestre (Fierro, 2000; Guida, 2009). Son conocidos popularmente como meteorito, meteoro, estrella fugaz (Fig. 5).

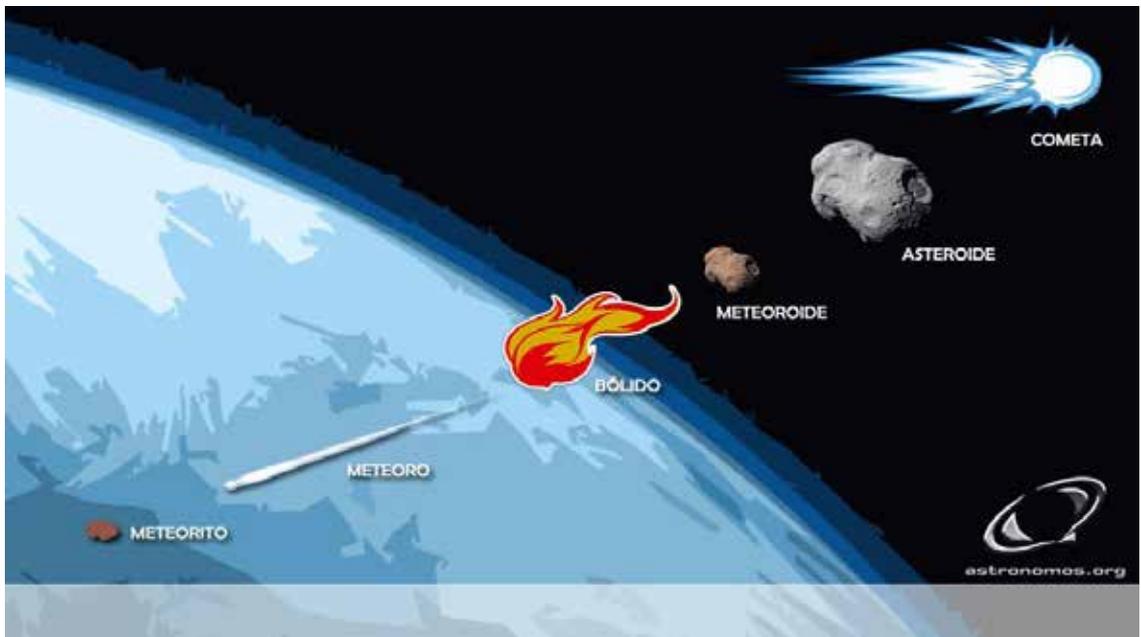


Figura 5. Las diferencias entre meteoroide, meteoro y meteorito. Meteoroides es el objeto que se encuentra vagando en el espacio, es decir en órbita elíptica a través del sistema solar. Meteoro o estrella fugaz es el objeto que entra en la atmósfera terrestre atraído por fuerzas gravitatorias; la fricción con ésta hace que dicho objeto se caliente hasta la incandescencia formando una bola de fuego. Meteorito es el cuerpo que sobrevive al impacto con la Tierra (Bureau, 2017).

Solo los meteoroides de gran tamaño y compactos tocan la superficie de la Tierra y se convierten en meteoritos que impactan a gran velocidad. Otros son micrometeoritos que descienden con velocidad baja por la fricción producida por el aire para depositarse en el océano o en la Tierra (Soto, 2004). Los meteoritos tradicionalmente se clasifican por sus características en dos categorías: los meteoritos diferenciados y los no diferenciados.

Los Meteoritos diferenciados están representados principalmente por las acondritas que son fragmentos de cuerpos más grandes en los cuales ya existía una diferenciación de los elementos químicos y representan el 8% de los impactos registrados en la Tierra. Además incluyen los metálicos (hierro) compuestos generalmente por una aleación de hierro-níquel, son muy densos y constituyen el 5%. Finalmente está el pedregoso-metálico (hierro-roca) que son el 1% de los meteoritos y contienen cantidades grandes de material rocoso y metálico (Molina et. al., 2002; Trigo-Rodríguez, 2013; Fig. 6).

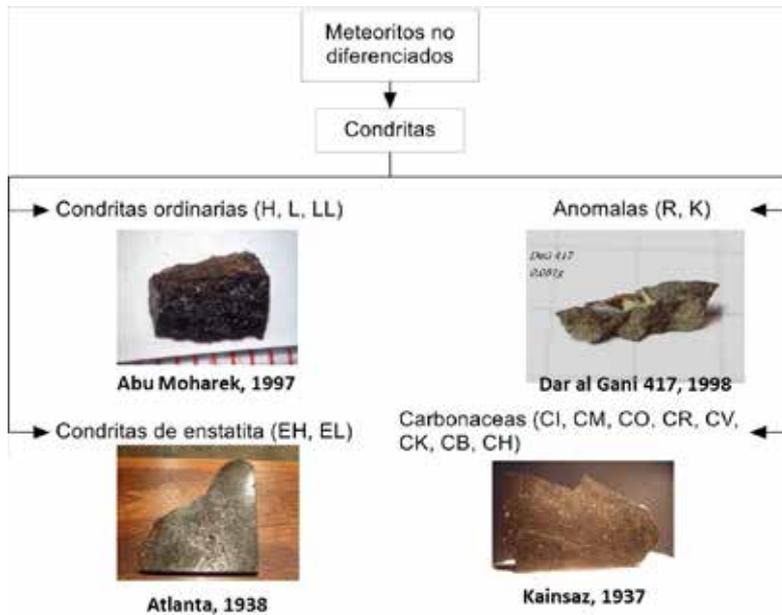


Fig. 6. Meteoritos no diferenciados



Fig. 7. Meteoritos diferenciados

Los Meteoritos no diferenciados son condritas formados por pequeñas esferas integradas fundamentalmente por silicatos (Fig. 7) y son los más abundantes y antiguos, representan el 86% de los meteoritos registrados en la Tierra (Muñoz Espadas, 2004; Moyano-Cambero et. al, 2013).

En el Ecuador, existe un registro en 1995 de una caída de un meteorito cerca de la comunidad de Miguir en la provincia de Azuay. Entre los principales diarios que registraron información sobre el acontecimiento, el Diario HOY publicó un reportaje el 16 de agosto del 2000 (Fig. 9). Este impacto fue registrado el sábado nueve de diciembre 1995, a través de lugareños y turistas del Parque Nacional Cajas como queda recogido en un reportaje (<https://www.youtube.com/watch?v=x3L5HsAwx50>), llamado “El OVNI de Cajas”. Hasta ahora se habían encontrado diversos fragmentos del meteorito pero nunca uno de los sitios del impacto. Esta investigación muestra la trayectoria y el primer impacto de un fragmento de meteorito llamado Miguir-Cajas, en la Provincia de Azuay, dentro del Parque Nacional Cajas.

SORPRESA EN LA COMUNIDAD CIENTIFICA INTERNACIONAL

Habrían encontrado vida extraterrestre

El año pasado un meteorito cayó sobre una provincia ecuatoriana. Los restos fueron enviados a un laboratorio. Los científicos encontraron bacterias vivas que, increíblemente, tienen forma y movimiento. El cuerpo celeste habría venido de Marte. Habría antecedentes

La vida en Marte ¿realidad?



Meteorito
Un gran meteorito cayó al cielo sobre México el 8 de febrero de 1969. Treinta años más tarde, se siguen encontrando fragmentos del meteorito, y se han recuperado ya más de dos toneladas de mineral extraterrestre. Se venden muestras del cuerpo por internet.

Trazas minerales
Un equipo de científicos de la NASA encontraron años atrás la evidencia que sugiere la existencia de vida primitiva en Marte hace más de 3.600 millones de años. Esperaron además trazas minerales

El año pasado, un meteorito cayó sobre la comunidad de Miguir en la provincia de Azuay, a 400 kilómetros de Quito (Ecuador). El cuerpo celeste colisionó y se rompió en varios pedruzcos, y sus restos fueron enviados a un laboratorio, donde científicos de distintos países detectaron 7 meses después de la caída la presencia de bacterias vivas, que no tienen origen en la Tierra. El hecho fue calificado por los mismos profesionales como “increíble”, ya que además de permanecer con vida, las bacterias tienen movimiento y se encontraban en el interior de esferas de cristal que contenía el meteorito en cuestión.

Se sospecha que el meteorito provenía de Marte, porque las bacterias encontradas son similares a las que se hallaron en un cuerpo celeste que cayó en la Antártida años atrás.

El geólogo ecuatoriano Jaime Rodríguez, obtuvo a fines del año pasado muestras del cuerpo celeste extraterrestre que fueron enviadas a un laboratorio neerlandés para ser analizadas por los expertos.

Bence Geller, de la Escuela de Minas de Colorado, y David Sbeemker, del Instituto de Meteoritos de la Universidad de Nuevo México, inspeccionaron los restos y concluyeron que el material no tiene orígenes en el Planeta Tierra.

Los profesionales revelaron que entre las partículas de las que está compuesto el cuerpo celeste se encuentran “diminutas esferas de cristal que llevan en su interior, inexplicablemente, cadenas de bacterias vivas”, dijo Rodríguez.

El experto señaló que el descubrimiento es extraordinario y agregó que involucra a la rama de la ciencia conocida como “exobiología”, encargada de determinar la existencia de vida orgánica extraterrestre.



Repetido. La búsqueda de vida extraterrestre es una obsesión científica

Se ha demostrado concluyentemente que algunos meteoritos recogidos en la Antártida proceden de la Luna, según el testimonio de investigadores

La procedencia de otros meteoritos todavía es desconocida, aunque se piensa que podrían corresponder al planeta Marte, de acuerdo a los indicios

Luego de varios estudios, y de un tiempo prudencial para examinar cada resto se logró concluir que efectivamente las bacterias halladas no son del planeta Tierra y que por el contrario podrían pertenecer a Marte u otro planeta cercano al nuestro, con lo que se reafirmar las teorías tan

reiteradas sobre que “no estamos solos en el universo”.

La diferencia con el meteorito encontrado en la Antártida es que el “ecuatoriano” posee bacterias vivas, mientras que las otras estaban fosilizadas.

El científico aclaró que “vida orgánica” no

quiere decir, necesariamente, vida inteligente, “pero este descubrimiento aporta a la ciencia la confirmación de que existe vida fuera de la Tierra”. Según Rodríguez, tras la comprobación de presencia de esta bacteria “estamos ante algo extraordinario, ya que podemos demostrar que hay vida en el espacio exterior”.

¿Qué es un meteorito? El término meteorito proviene del griego meteoron, que significa fenómeno en el cielo. Se emplea para describir el destello luminoso producido por la caída de la materia que existe en el sistema solar sobre la atmósfera terrestre lo que da lugar a una incandescencia temporal resultado de la fricción atmosférica. Esto ocurre generalmente a alturas entre 80 y 110 kilómetros sobre la superficie de la Tierra.

Los meteoritos son difíciles de clasificar, pero se pueden establecer tres grandes grupos: rocosos, ferrosos de tipo poco y ferrosos. A través de una datación radiométrica (por medio de rayos) se les ha asignado una edad de 4.550 millones de años, que representa aproximadamente la edad del sistema solar.

Están considerados como buenos ejemplos de la materia primitiva del sistema solar, aunque en muchos casos sus propiedades han sido modificadas por el metamorfismo térmico o alterados por congelación.

Algunos expertos han sugerido que las diferentes propiedades que se pueden encontrar en varios meteoritos dan una idea del lugar donde se formaron.

Y la existencia de vida extraterrestre en restos de un meteorito mantiene en vilo a la comunidad científica, pero también al mundo...

Fig. 9: Breve reseña del diario HOY del 16 de agosto del 2000. Nótese que en el texto se describe el impacto en 1999, cuando realmente ocurrió en 1995.

Otro registro de una caída de meteorito en el Ecuador se registró en Daule el 23 de Marzo del 2008, sin dejar huellas hasta ahora visibles, pues las rocas cayeron en lodo y en el río. Se trata de cuatro fragmentos de hasta 20 centímetros de diámetro pesando unos seis kilos, clasificados como condritas ordinarias. La ubicación del meteoro llamado “Daule” es Latitud 1°52'15.2”S y Longitud 79°57'27.2”W.

Observaciones de los alrededores de la zona de impacto en Azuay

El Parque Nacional Cajas se ubica unos 25 km al occidente de la ciudad de Cuenca, cubriendo unos 149 km². La morfología está caracterizada por una variedad de elevaciones, separadas de

centenares de sistemas lacustres a través de unas 232 lagunas. La geomorfología generalmente está caracterizada por ser de origen de erosión glacial durante el Pleistoceno, dejando como evidencias circos glaciales, valles en forma de “U”, aristas, cuellos, picos y paredes verticales, rocas aborregadas y bloques aislados, valles colgados, y depósitos glaciales como till, morrenas de fondo, drumlins, y morrenas terminales al lado de las mencionadas lagunas glaciales (Goodman, 1996; Navarrete et al., 2003).

La geología está caracterizada por depósitos sedimentarios y volcánicos de caracterización básica hasta intermedia de la Cordillera Occidental de edades Paleocénicas hasta Eocénicas (Monzier et al. 1999; Pratt et al., 2005). Encima de estos depósitos se encuentran rocas de la Formación Tarqui, es decir mayormente series volcánicas del Mioceno tardío (Hungerbühler et al., 2002). Esta formación podrá dividirse brevemente en tres partes incluyendo andesitas oscuras de tamaño fino, toba de composición riolítica a dacítica, y una capa de una riolita homogénea de tamaño mediano formando colinas visibles dentro del parque. Las tillitas son previos till compactado y litificado formando depósitos sedimentarios endurecidos (Hungerbühler et al., 2002).

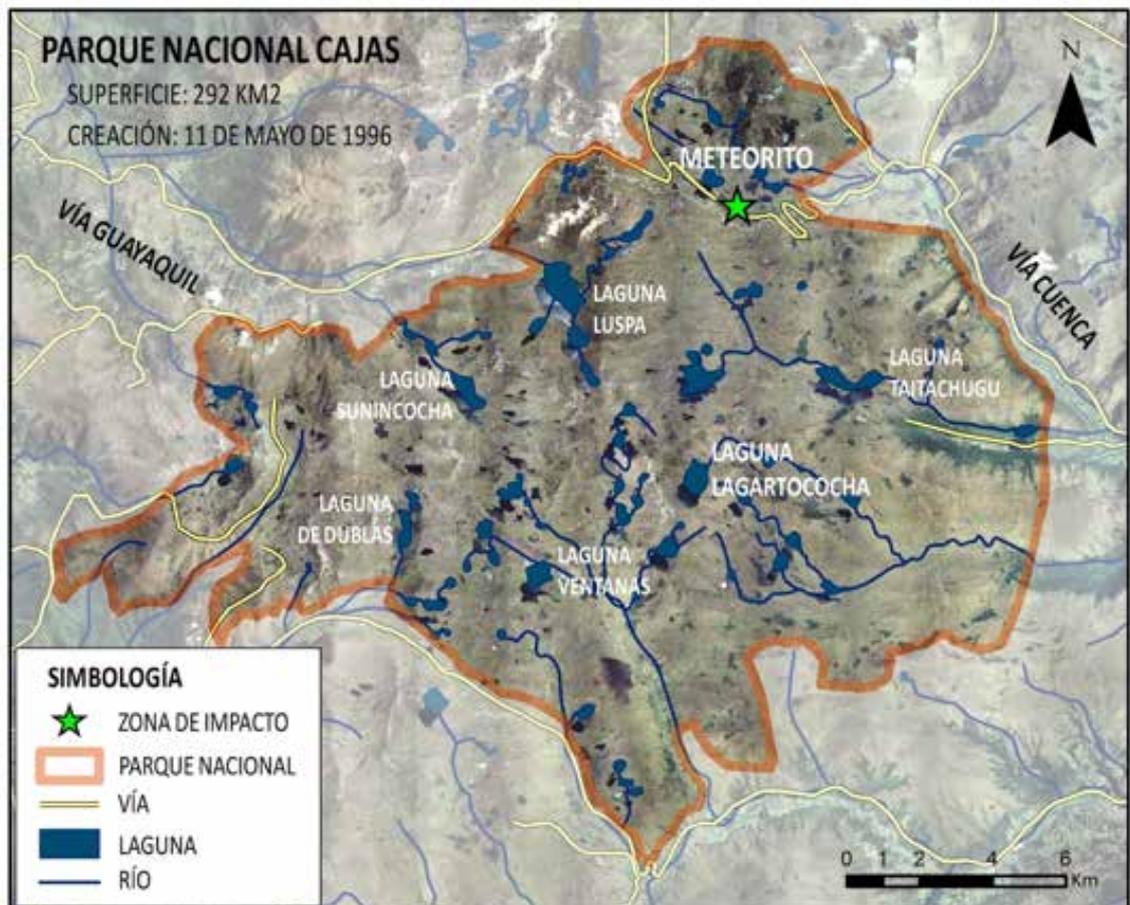


Figura 10: Parque Nacional Cajas con ubicación impacto. REMPLAZAR



Figura 12: Trayectoria del impacto del meteoro Miguir-Cajas. **REPLAZAR**



Figura 13: La roca andesítica que impactó el meteoro Miguir-Cajas. Dr. Wilbert Aguilar de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, que sirve como escala, escaneando el impacto. Foto Toulkeridis.



Figura 14: El impacto en detalle. Foto Toulkeridis.



Figura 15: Típica foto tomada por visitantes. En este caso el Dr. Toulkeridis, indicando con el puño el sitio del impacto. Foto Toulkeridis.

nominación, le han seguido Galápagos como Reserva de biósfera en 1978 y Cuenca, la “Atenas de Ecuador”, por sus edificaciones y su ambiente natural en sus alrededores en 1999. Otros íconos ecuatorianos en esta lista incluyen el Parque Nacional Sangay, la lengua Zárapa, el tejido tradicional del sombrero de paja toquilla ecuatoriano, conocido también como Panama Hat y finalmente el *Qhapaq Ñan* (Camino del Inca, en quichua), una red magistral de comunicación vial, que con sus 6.000 km de sur a norte abarca y cruza los países Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia.

Ecuador también está reconocido mundialmente por su diversidad en orquídeas (4.209 especies ecuatorianas de 25 mil especies conocidas), aves (1.640 especies de aves en el Ecuador de las 9.702 conocidas mundialmente), unos descubrimientos científicos mundialmente únicos (iguana rozado, pez escalador etc.), entre su pluri-culturidad, su arqueología (Ingapirca, Cochasquí etc.), espeleología (Jumandi, Tayos etc.), deportes extremos, y ahora un reconocido impacto de un meteoro, justo a pocos minutos de caminata en el Parque Nacional Cajas (Rumazo, 1946; Snow, 1979; Ziolkowski and Sadowski, 1991; Svistoonoff, 1994; Ridgely and Greenfield, 2001; Gentile and Snell, 2009; Moliner, 2011; Hoese et al., 2015; Toulkeridis et al., 2015; Martin-Solano et al., 2016).

Conclusiones y Recomendaciones

Un atractivo turístico único en el Ecuador se ha encontrado en el Parque Nacional Cajas. Se trata de un impacto extraterrestre del meteorito llamado Miguir-Cajas, que estrelló el nueve de diciembre de 1995 sobre una roca volcánica. Debido de su carácter especial, por ser único en el país y muy accesible para cualquier visitante, se recomienda proteger esta roca, mientras prosiguen los estudios científicos del detalle de la roca, del impacto, y de los fragmentos espaciales encontrados.

Agradecimientos

Agradecemos a la Corporación de Guías y Profesionales de Turismo del Austro – Ecuador CGPTA, especialmente a Norby Lopez y Susanne Muñoz, quienes organizaron el curso de capacitación con el cual tuvimos la oportunidad de llevar a cabo el descubrimiento de la roca del impacto. Igualmente agradecemos la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE para el apoyo logístico y económico.

Referencias

- Acevedo, R. D., Rocca, M. C., Ponce, J. F. and Stinco, S. G. (2015). Impact Craters in South America. Springer briefs in earth system sciences. South America and the Southern Hemisphere. 104pp
- Acevedo, R. D., Rocca, M., Ocampo, A. C., Rabassa, J., Ponce, J. F. and Stinco, S. G. (2011). Meteorite impact craters and ejecta in South America: a brief review. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12(3), 137-160.
- Asher, D. J., Bailey, M., Emel'Yanenko, V. and Napier, W. (2005). Earth in the cosmic shooting gallery. *The Observatory*, 125, 319-322.
- Benton, M. J. (2015). *When Life Nearly Died: The Greatest Mass Extinction of All Time* (Revised edition). Thames & Hudson.
- Benton, M. J. and Twitchett, R. J. (2003). How to kill (almost) all life: the end-Permian extinction event. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(7), 358-365.
- Brown, P. G., Assink, J. D., Astiz, L., Blaauw, R., Boslough, M. B., Borovička, J., Brachet, N., Brown, D., Campbell-Brown, M., Ceranna, L., Cooke, W., de Groot-Hedlin, C., Drob, D.P., Edwards, W., Evers, L.G., Garces, M., Gill, J., Hedlin, M., Kingery, A., Laske, G., Le Pichon, A., Mialle, P., Moser, D.E., Saffer, A., Silber, E., Smets, P., Spalding, R.E., Spurny, P., Tagliaferri, E., Uren, D., Weryk, R.J., Whitaker, R. and Krzeminski, Z. (2013). A 500-kiloton airburst over Chelyabinsk and an enhanced hazard from small impactors. *Nature*, 503(7475), 238-241.
- Bureau, N. (2017). *Astronomos*. Obtenido de Business Intelligence: <http://www.astronomos.org>
- Claeys, P., Casier, J. G. and Margolis, S. V. (1992). Microtektites and mass extinctions- Evidence for a late Devonian asteroid impact. *Science*, 257(5073), 1102-1104.
- DeYoung, D. B. (1994). Age of the Arizona Meteor Crater. *Creation Research Society Quarterly*, 31, 153-158.
- Diario Hoy. (2000). *Diario Hoy*. Obtenido de <http://pdf.diariohoy.net/2000/08/16/pdf/19.pdf>
- Fierro, J. (2000). *Extraterrestres*. LD Books.
- Ganapathy, R. (1980). A major meteorite impact on the earth 65 million years ago: Evidence from the Cretaceous-Tertiary boundary clay. *Science*, 209(4459), 921-923.
- Ganapathy, R. (1982). Evidence for a major meteorite impact on the Earth 34 million years ago: Implication for Eocene extinctions. *Science*, 216(4548), 885-886.
- Gentile, G., & Snell, H. (2009). *Conolophus marthae* sp. nov. (Squamata, Iguanidae), a new species of land iguana from the Galápagos archipelago. *Zootaxa*, 2201(1), 10.
- Goodman, A.Y., 1996. *Glacial Geology and Soil Catena Development on Moraines in Las Cajas National Park, Ecuador*. Unpublished B.S. Thesis, Union College, Schenectady, NY.

- Grimal, N. (2004). *Historia del antiguo Egipto*. (Vol. 184), Ediciones AKAL.
- Guida, J. P. (2009). Cambios climáticos y causas que los originan. *Reflexiones*, 88(2), 3.
- Hager, D. (1953). Crater mound (Meteor Crater), Arizona, a geologic feature. *AAPG Bulletin*, 37(4), 821-857.
- Hodych, J. P. and Dunning, G. R. (1992). Did the Manicouagan impact trigger end-of-Triassic mass extinction?. *Geology*, 20(1), 51-54.
- Hoese, G., Addison, A., Toulkeridis, T., & Toomey III, R. (2015). Observation of the Catfish *Chaetostoma microps* Climbing in a Cave in Tena, Ecuador. *Subterranean Biology*, 15, 29.
- Humphreys, C. J. (1991). The Star of Bethlehem a Comet in 5-BC and the Date of the Birth of Christ. *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 32, 389.
- Hungerbühler, D., Steinmann, M., Winkler, W., Seward, D., Egüez, A., Peterson, D. E., Helg, U. and Hammer, C. (2002). Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador. *Earth-Science Reviews*, 57(1), 75-124.
- Kaiho, K., Kajiwara, Y., Nakano, T., Miura, Y., Kawahata, H., Tazaki, K., Ueshima, M., Chen, Z. and Shi, G. R. (2001). End-Permian catastrophe by a bolide impact: evidence of a gigantic release of sulfur from the mantle. *Geology*, 29(9), 815-818.
- Kolesnikov, E. M. and Kolesnikova, N. V. (2010). Traces of cometary material in the area of the Tunguska impact (1908). *Solar System Research*, 44(2), 110-121.
- La Tercera. (2013). Revelan dimensiones y peso del meteorito de Rusia mientras restos ya se venden en Internet. On-line. <http://www.latercera.com/noticia/revelan-dimensiones-y-peso-del-meteorito-de-rusia-mientras-restos-ya-se-venden-en-internet/>
- Lowe, D. R. (2013). Crustal fracturing and chert dike formation triggered by large meteorite impacts, ca. 3.260 Ga, Barberton greenstone belt, South Africa. *Geological Society of America Bulletin*, 125(5-6), 894-912.
- Llorca J., J.M. Trigo-Rodríguez, J.L. Ortiz, J.A. Docobo, J. Garcia-Guinea. (2005). The Villalbeto de la Peña meteorite fall: I. Fireball energy, meteorite recovery, strewn field and petrography. *Meteoritics & Planetary Science* 40, 795-804.
- Martin-Solano, S., Toulkeridis, T., Addison, A., & Pozo-Rivera, W. E. (2016). Predation of *Desmodus rotundus* Geoffroy, 1810 (Phyllostomidae, Chiroptera) by *Epicrates cenchria* (Linnaeus, 1758) (Boidae, Reptilia) in an Ecuadorian Cave. *Subterranean Biology*, 19, 41.
- Molina, C. M., Salgado, B. M. & Ambiente, E. D. G. Y. M. (2002). Meteoritos: Petrografía, Geoquímica y origen astrofísico. Universidad de Colombia.
- Moliner, M. B. C. (2011). Conservación in situ. Las plataformas cerámicas, del Parque Arqueológico de Cochasquí. Ecuador. In *Patrimonium. Revista de Restauración y Museología* (Vol. 1, No. 1, pp. 1-10).
- Monzier, M., Robin, C., Samaniego, P., Hall, M. L., Cotten, J., Mothes, P. and Arnaud, N. (1999). Sangay volcano, Ecuador: structural development, present activity and petrology. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 90(1), 49-79.
- Moyano-Camero, C. E., & Trigo-Rodríguez, J. M. (2013). Las acondritas: meteoritos de otros mundos. *Achondrites: meteorites from other worlds*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(21.3), 273.
- Muñoz Espadas, M. J. (2004). *Mineralogía, texturas y cosmoquímica de condritas H4, H5, L5 y LL5*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Napier, B. and Asher, D. (2009). The Tunguska impact event and beyond. *Astronomy & Geophysics*, 50(1), 1-18.
- Naukas. (2013). Impacto de un asteroide en Rusia. Eureka. On-line. <http://danielmarin.naukas.com/2013/02/15/impacto-de-un-asteroide-en-rusia/>
- Navarrete, E., Galindo, C. G., Prosperina, K., & Perimetral, V. (2003). Huellas de un “frío pasado” patrimonio geológico del Parque Nacional El Cajas. El patrimonio geominero en el contexto de la ordenación territorial, 12, 181-197.
- Popova O. P., Jenniskens P., Emel'yanenko V., Kartashova A., Biryukov E., Khaibrakhmanov S., Shuvalov V., Rybnov Y., Dudorov A., Grokhovsky V. I., Badyukov D. D., Yin Q.-Z., Gural P. S., Albers J., Granvik M., Evers L. G., Kuiper J., Kharlamov V., Solovyov A., Rusakov Y. S., Korotkiy S., Serdyuk

- I., Korochantsev A. V., Larionov M. Y., Glazachev D., Mayer A. E., Gisler G., Gladkovsky S. V., Wimpenny J., Sanborn M. E., Yamakawa A., Verosub K., Rowland D. J., Roeske S., Botto N. W., Friedrich J. M., Zolensky M., Le L., Ross D., Ziegler K., Nakamura T., Ahn I., Lee J. I., Zhou Q., Li X.-H., Li Q.-L., Liu Y., Tang G.-Q., Hiroi T., Sears D., Weinstein I. A., Vokhmintsev A. S., Ishchenko A. V., Schmitt-Kopplin P., Hertkorn N., Nagao K., Haba M. K., Komatsu M., and Mikouchi T. (The Chelyabinsk Airburst Consortium), (2013). Chelyabinsk airburst, damage assessment, meteorite recovery, and characterization. *Science*, 342(6162), 1069-1073.
- Pratt, W. T., Duque, P. and Ponce, M. (2005). An autochthonous geological model for the eastern Andes of Ecuador. *Tectonophysics*, 399(1), 251-278.
- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2001). The birds of Ecuador, vol. 1. *Field guide*. Cornell. 740pp
- Rowell T. (2009). Dentro del Cráter del Meteorito Barringer. On-line. <http://observatorio.info/2009/08/dentro-del-crater-del-meteorito-barringer/>
- Rumazo, J. (1946). La región amazónica del Ecuador en el siglo XVI. *Anuario de Estudios Americanos*, 3, 1-268.
- Salem, L. (2009). Mito y literatura egipcia. *Acerca de un mito de origen en los dos últimos cuentos del papiro Westcar*. Actas de las XII Jornadas Interescuelas/Departamentos de Historia.
- Schulte P, Alegret L, Arenillas I, Arz JA, Barton PJ, Bown PR, Bralower TJ, Christeson GL, Claeys P, Cockell CS, Collins GS, Deutsch A, Goldin TJ, Goto K, Grajales-Nishimura JM, Grieve RAF, Gulick SPS, Johnson KR, Kiessling W, Koeberl C, Kring DA, MacLeod KG, Matsui T, Melosh J, Montanari A, Morgan JV, Neal CR, Nichols DJ, Norris RD, Pierazzo E, Ravizza G, Rebolledo-Vieyra M, Reimold WU, Robin E, Salge T, Speijer RP, Sweet AR, Urrutia-Fucugauchi J, Vajda V, Whalen MT, Willumsen PS (2010). The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 327(5970), 1214-1218.
- Smit, J. (1990). Meteorite impact, extinctions and the Cretaceous-Tertiary boundary. *Geologie en Mijnbouw*, 69(2), 187-204.
- Snow, B. K. (1979). The Oilbirds of Los Tayos. *The Wilson Bulletin*, 91(3), 457-461.
- Soto, G. J. (2004). Meteoritos y meteoros en Costa Rica (verdaderos, posibles y falsos). *Revista Geológica de América Central*, 31, 7-23.
- Sputnik. (2013). CAE METEORITO EN RUSIA: El mayor objeto espacial registrado por el hombre desde 1908; vuelve a caer en Siberia, Rusia. *Revista Sputnik*. On-line. <https://sputnik87.wordpress.com/2013/02/16/cae-meteorito-en-rusia-el-mayor-objeto-espacial-registrado-por-el-hombre-desde-1908-vuelve-a-caer-en-siberia-rusia/>
- Svistoonoff, N., 1994: *Mystery and seduction: Orchids of Ecuador*. Andes Editores; 1st edition, Quito, Ecuador: 161 pp
- Toulkeridis, T., Addison, A., Constantin, S., & Arce, O. (2015). Candidatos ecuatorianos para la Lista Mundial del Patrimonio Natural-Las cuevas Triple Volcán y Tayos. *Memorias*, 21.
- Trigo-Rodríguez, J. M. (2013). El fenómeno meteórico y las clases de meteoritos The meteoric phenomenon and meteorite classes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(21.3), 235.
- White, R. V. and Saunders, A. D. (2005). Volcanism, impact and mass extinctions: incredible or credible coincidences?. *Lithos*, 79(3), 299-316.
- Ziólkowski, M. S., & Sadowski, R. M. (1991). Investigaciones arqueoastronómicas en el sitio de Ingapirca, Prov. de Cañar, Ecuador. In *Archeologia e Astronomia* (pp. 151-162).

