

Artículo Original

EL METEORITO DE VIÑALES: CAMPO DE DISPERSIÓN Y DAÑOS OCASIONADOSManuel Vázquez Torres¹, René M. Pino Torga¹¹Empresa Geominera de Pinar del Río, Cuba**RESUMEN**

La lluvia de fragmentos de meteorito que impactó el Parque Nacional Viñales el 1 de febrero de 2019 a las 13:17, justo dentro de los límites del área declarada Paisaje Cultural de la Humanidad, generó un campo de dispersión elíptico con su eje longitudinal orientado a unos 15° al NNE. Esta orientación es consistente con la trayectoria de vuelo reportada por la investigación realizada por astrónomos de la Universidad de Antioquia (Colombia), los que estimaron que el meteoroido entró a la atmósfera a unos 64,800 km/h con una masa original de 330 tm, en un punto al suroeste de Cuba sobre el mar Caribe, hasta caer en Viñales (Wall, 2019). Los fragmentos se dispersaron en un área aproximada de 150 km², que incluyó Los Jazmines, el valle de Viñales con el pueblo, el mogote El Valle, valle de Dos Hermanas y valle de Ancón. Hasta la fecha se han reportado un total de 64 impactos comprobados, los cuales causaron daños ligeros en algunos techos y pavimento. En el presente trabajo se elaboró un catastro y un mapa de los puntos de impactos comprobados y reportados, así como aquellos que se estima pudieron caer en terrenos no accesibles o sin presencia de testigos. Sobre esta base se trazó la elipse de dispersión de los impactos y la dirección más probable de la trayectoria cercana a la tierra de los fragmentos.

Palabras clave: meteorito Viñales; trayectoria; campo de dispersión; impactos; daños.

THE VIÑALES METEORITE: STREWNFIELD AND DAMAGES**ABSTRACT**

The meteorite fragment shower that impacted Viñales National Park, on February 1, 2019 at 1:17 PM, felt within the boundaries of the UNESCO's Cultural Landscape of Humanity Park, generating an elliptical strewnfield with its longitudinal axis oriented in a NNE direction (ca. 15°). This is consistent with the trajectory reported by astronomers from the University of Antioquia (Colombia), which estimated that the meteoroid entered the atmosphere at 64,800 km/h with an original mass of 330 tm, in a point southwest of Cuba over the Caribbean Sea, until it falls in Viñales. The fragments were scattered over an approximate area of 150 km², which included Los Jazmines, Viñales Valley with the village, mogote El Valle, Dos Hermanas valley and the Ancón Valley. To date, a total of 64 proven impacts have been reported, which caused slight damage to some roofs and pavement. In this paper is presented a catalog and map of the

impacts observed by the authors, as well as those reported and estimated. It is noteworthy that although several hundred or perhaps thousands of fragments hit the area, no loss of life is regretted.

Keywords: Viñales meteorite; trajectory; strewnfield, impacts, damages.

INTRODUCCIÓN

Cada día la Tierra es bombardeada por miles de partículas cósmicas pequeñas, pero la mayoría de los meteoritos se desintegran al incorporarse a la atmósfera; no obstante, se estima que 100 meteoritos de diverso tamaño impactan la superficie terrestre cada año; de los cuales sólo 5 o 6 son recuperados y estudiados con fines científicos. Pocos meteoritos son lo bastante grandes como para originar cráteres de impacto (Sears, 1978). Sin embargo, pocos meteoritos han causado daño a inmuebles, al ganado, y a algunas personas. En Cuba se han reportado varios hallazgos y una caída en 1994 en Lajas, provincia de Cienfuegos, (Ceballos, 2016). El impacto del meteorito en Viñales constituye un hecho trascendental ya que es la segunda caída que se reporta para Cuba y la primera de su tipo en el país, quizá por su naturaleza, pero de menor intensidad, parecida a la explosión del meteorito de Madrid de 1896 (Alcalá, et. al., 1996, Fernández Navarro, 1923).

El estudio de sus características físicas, de la dispersión de los fragmentos en el terreno y de los daños ocasionados nos permite entender mejor el comportamiento de estos fenómenos y así poder prepararnos para posibles eventos futuros. Por otros análisis realizados a estos bólidos, se puede conocer su órbita dentro del cinturón de asteroides, como fue el caso del meteorito de Villalbeto España, a partir del cual se estudió la novena órbita conocida de un meteorito en el Sistema Solar (Trigo Rodríguez *et al.*, 2006).

A partir del estudio de estos cuerpos se puede llegar a conclusiones sobre el origen del sistema solar e incluso sobre el origen de la vida en la Tierra (Trigo-Rodríguez, 2012, 2015). Por todo lo antes señalado, se puede decir que el estudio de este meteorito revisite una gran importancia, no solo por lo que representa desde el punto de vista científico, sino también por la gran repercusión cultural que tendrá para toda la región.

Para la realización del presente trabajo se tuvieron los siguientes objetivos:

- Determinación de la dispersión de los fragmentos precipitados a tierra.
- Estudio del comportamiento de la distribución de los impactos, según las dimensiones de los fragmentos.
- Evaluación de los daños ocasionados.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó durante la semana del 4 al 8 de febrero, con sede permanente en el campismo Dos Hermanas, solo tres días después de haber ocurrido la lluvia de fragmentos del meteorito (Extremera, 2019). Se comenzó con la realización de un recorrido por las áreas en las que se habían reportado impactos, y se encontró un buen número de cráteres, de distintos diámetros y profundidades, pero en su mayoría ya se habían extraído los fragmentos. También se documentaron los lugares donde los testigos decían haber colectado la roca. Todos los lugares fueron debidamente documentados, fotografiados y georreferenciados. El trabajo comprendió las siguientes localidades (Fig. 1).

1. Los Jazmines.
2. La Majagua.
3. Pueblo de Viñales.
4. El Palmar.
5. Las Maravillas.
6. El Palmarito.
7. El Cuajaní.
8. Mural de la Prehistoria.
9. Fondo del valle Dos Hermanas.
10. La Ermita.
11. Presa el Salto.
12. Comunidad República de Chile.
13. Valle de Ancón.

Se debe señalar que gran parte del área central de mayor concentración de impactos está ocupada por los mogotes El Valle y Dos Hermanas, la ladera meridional de la sierra de Viñales, zonas con una alta probabilidad de que existan fragmentos, pero no se pudo acceder a las mismas a causa del relieve abrupto.

La geo-referenciación se realizó con la ayuda del GPSMAP marca Garmin 64s, el que se configuró para la obtención directa de las coordenadas planas del sistema Cuba Norte de la proyección Cónica Conforme de Lambert. En una libreta de campo se anotaron los rasgos generales de los cráteres y se midieron su diámetro y profundidad en centímetros, a los cuales se les asignó un nombre vinculado al propietario de la finca o vivienda más próxima al lugar del impacto. Cuando los fragmentos impactaron los techos, se realizó la estimación del daño ocasionado.

El procesamiento de la información se realizó con el uso del software libre QGis, versión 3.2. Sobre una base topográfica georreferenciada del área se plotearon los puntos contenidos en los ficheros .gpx del GPS para obtener la representación de los impactos en el mapa, a partir de la cual se realiza la estimación del comportamiento de la distribución de los fragmentos dentro del campo de dispersión. Se comprobó que la forma en que se dispersan los

impactos es muy próxima a una elipse, la que se construye al realizar el contorno de todos los puntos con impactos comprobados. De la revisión bibliográfica realizada se comprobó que otros impactos múltiples tienen una configuración semejante (Tormo, 2013). Una vez que los impactos fueron georreferenciados y transferidos al mapa, se elaboró una tabla que contiene el nombre, coordenadas, descripción de sus características y estimación del peso aproximado y daños ocasionados.

MAPA DEL CAMPO DE IMPACTOS

Uno de los resultados más importantes fue el mapa de dispersión de los fragmentos (Fig. 1), los cuales fueron clasificados en tres categorías de acuerdo al grado de certidumbre de los impactos:

1. **Impactos comprobados:** los que se pudieron georreferenciar por presencia de cráter de impacto, marca o la indicación precisa de testigos.
2. **Impactos no comprobados:** reportados por testigos que oyeron caer el fragmento sin poder determinar el lugar exacto.
3. **Impactos probables:** los asumidos en áreas potenciales sin presencia de testigos, como cimas de mogotes y campos abiertos despoblados.

En el mapa se observa claramente un área central, encerrada en el primer óvalo interior más pequeño, donde hay una alta concentración de impactos comprobados y donde también se ubican los impactos no comprobados, además de una serie de impactos posibles o probables. En un segundo óvalo externo se ubican un total de cinco (5) impactos comprobados, de color rojo en el mapa, coincidiendo con lugares en los cuales había testigos de la caída. También se tienen reportes de impactos no comprobados en regiones por fuera del óvalo exterior, los que no se ubican en el mapa por la incertidumbre de la información. Por esta razón es de suponer que en las áreas despobladas al suroeste y al noreste del óvalo pudieran haber ocurrido impactos que no fueron vistos o escuchados por persona alguna.

Una vez concluido el trabajo nos llegaron reportes sobre once (11) nuevos hallazgos de fragmentos pequeños, de alrededor de unos 40g de masa, ubicados a lo largo del camino que se dirige de La Majagua a la Presa El Salto. Para su ubicación precisa es necesario hacer una visita al lugar para poder georreferenciar el sitio exacto del impacto. Por este motivo, el mapa de dispersión de los fragmentos debe considerarse como un mapa dinámico el cual requerirá de continuas actualizaciones en función de la obtención de nuevos reportes.

En la tabla 1 se relacionan los 64 impactos comprobados hasta la fecha, con algunas de sus características más notables. La relación está ordenada alfabéticamente para la mejor identificación de cada uno de los lugares. La

masa de cada fragmento se ha estimado por comparación con las conocidas, facilitada por los tenedores. Igual sucede con el volumen, el que en la mayoría de los casos ha tenido que ser asumido a partir del diámetro del cráter, el agujero en los techos o del rebote en el asfalto. La masa total estimada de todos los fragmentos relacionados a impactos comprobados es de **21 752,38 g**.

CAMPO DE DISPERSIÓN DE IMPACTOS

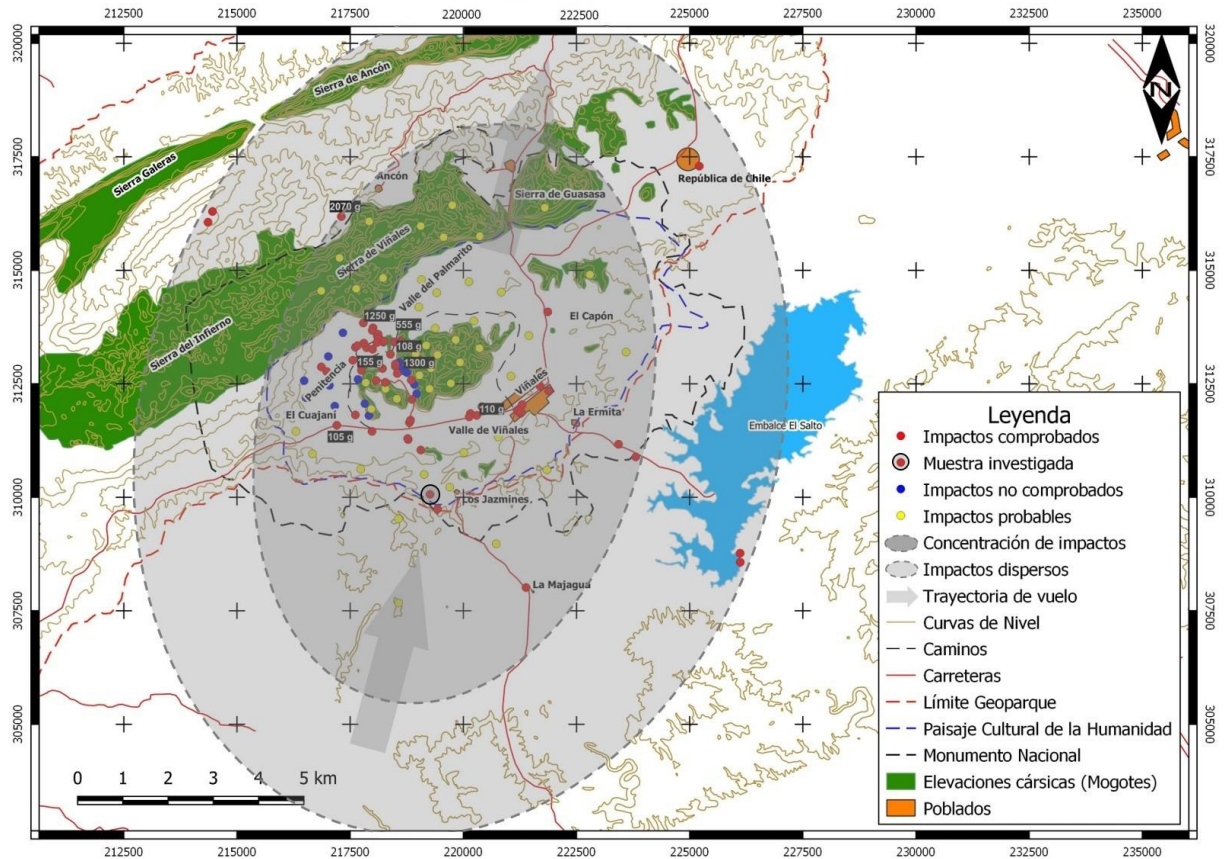


Fig. 1 Mapa de ubicación de los impactos, el óvalo de dispersión y la dirección del flujo de fragmentos a baja altura.

CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS IMPACTOS

Durante el trabajo de reconocimiento en el terreno se pudieron documentar y geo-referenciar un total de 64 impactos, distribuidos por toda la zona estudiada. Estos dejaron pequeños cráteres en el suelo o agujeros y roturas en los techos de viviendas e instalaciones.

Macroscópicamente los fragmentos examinados presentan una textura interna brechosa, con predominio de minerales claros (silicatos) y metálicos que resplandecen a la luz. La superficie externa es de color oscuro pardo marrón, a veces negra, mostrando una pátina de fusión muy delgada de menos de 1 mm de espesor. Esta se muestra por lo general rugosa con presencia de regmaglitos.

Tabla 1. Relación de impactos con sus características principales.

Id	Nombre	X	Y	Z	Diámetro del cráter (cm)	Masa (g)	Daños ocasionados
1	Ancón	217306,12	316186,15	111,51	20,00	2070	hoyo de 45x20cm
2	Bébere	218391,34	313151,10	125,37	3,00	109	no visible
3	C&J 1	217661,99	313341,75	141,87	5,00	311	hoyo de 20x5,5cm
4	C&J 2	217615,92	313307,81	136,82	3,00	109	hoyo de 15x3,5cm
5	Campismo 1	218499,78	312935,00	120,38	8,00	928	hoyo de 10x8,5cm
6	Campismo 2	218500,21	312883,38	120,67	3,00	109	no visible
7	Campismo 3	218851,52	312583,48	121,66	3,00	109	no visible
8	Campismo 4	218540,50	312728,91	126,33	2,00	88	no visible
9	Carucho 1	218115,85	313495,50	133,62	3,00	109	hoyo 5x3cm
10	Carucho 2	218124,43	313436,31	130,35	3,00	109	hoyo 5x3,5cm
11	Casa Ana	217861,88	313297,57	143,04	4,00	105	no visible
12	Chelí 2	218618,25	313357,22	124,50	3,00	109	hoyo de 10x3,5cm
13	Chelí 1	218616,58	313447,27	125,75	2,50	99	hoyo de 10x2,5
14	Chengo 1	218129,23	313524,38	134,01	8,00	928	hoyo de 25x9cm
15	Chengo 2	218099,11	313564,13	136,46	9,00	1035	hoyo de 28x10cm
16	Chengo 3	218119,16	313592,12	134,32	8,00	928	hoyo de 25x9cm
17	Chengo 4	217747,74	312797,51	106,26	5,00	311	hoyo de 20x7cm
18	Chile	225212,32	317295,60	148,07	0,00	46	no visible
19	Colchonería	221886,93	312345,27	136,92	3,00	109	no visible
20	Coyón 1	217989,12	313677,99	125,51	11,00	1250	hoyo de 30x13cm
21	Coyón 2	218006,41	313734,82	126,22	10,00	1143	hoyo de 11x25cm
22	Cuajani 1	217616,70	311815,92	132,35	7,00	722	hueco en techo fibra
23	Cuajani 2	217205,63	311587,54	129,93	4,00	105	no visible
24	Cuajani 3	217983,24	311453,96	137,92	3,00	109	marca en acera
25	Delegado	218214,80	312838,73	104,82	3,00	109	marca en acera
26	Dovalez	221256,12	311844,51	136,37	3,00	109	no visible
27	El Cimarrón 1	218835,18	311701,42	145,83	3,00	109	hueco en techo zinc
28	El Cimarrón 2	218810,06	311644,96	128,73	3,50	120	hoyo pavimento
29	El Salto 1	226115,67	308768,91	165,36	0,00	46	no visible
30	El Salto 2	226119,64	308570,48	165,53	0,00	46	no visible
31	El Yayal 1	214459,58	316296,95	162,36	10,00	1143	no visible
32	El Yayal 2	214360,03	316060,81	161,37	11,00	1250	no visible
33	Enfermera	221698,78	312448,99	143,81	2,50	99	no visible
34	Gallardo 1	221286,76	311868,15	136,52	3,00	109	no visible
35	Gallardo 2	221266,80	311892,02	136,61	2,50	99	no visible
36	Jazmines 1	219764,68	310403,14	147,26	5,00	311	hoyo de 15x6cm
37	Jazmines 2	219430,07	309741,22	150,65	3,00	109	no visible
38	La Ceiba 1	216863,97	312873,25	121,32	5,00	311	hoyo de 20x8cm
39	La Ceiba 2	216982,32	312771,92	120,57	6,00	516	no visible
40	La Ermita 1	223429,52	311168,67	181,66	0,00	46	no visible
41	La Ermita 2	223810,52	310890,86	173,60	0,00	46	no visible
42	La Majagua	221386,77	308013,46	144,79	2,00	88	no visible
43	Minita	221303,12	312044,46	137,25	2,50	99	no visible
44	Mirador	217802,83	313397,32	149,74	8,00	928	roto alero techo placa
45	Mural 1	218274,11	312534,10	122,30	4,00	105	hueco en techo plástico
46	Mural 2	218277,29	312533,15	129,99	5,00	311	no visible
47	Mural 3	218076,65	312572,59	134,93	3,00	109	no visible
48	Muralito	218865,93	312156,14	183,99	8,00	928	hueco pavimento 10x5cm
49	Ofelia	217995,11	313263,13	128,86	4,00	105	hoyo de 12x5cm
50	Paco	219060,89	311041,66	147,96	3,00	109	no visible
51	Palmar 1	220158,70	311846,39	139,83	2,50	99	hueco techo fibra
52	Palmar 2	220296,43	311804,92	136,41	3,00	109	marca en acera
53	Palmar 3	220410,48	311997,66	146,94	3,00	109	no visible
54	Palmar 4	220130,85	311773,80	142,85	2,50	99	no visible
55	Pipe	217790,48	313841,02	132,24	7,00	722	hoyo 25x8cm
56	Quiñones	218471,82	313422,75	119,56	3,00	109	hoyo 3x10cm
57	Raúl	217560,66	313018,66	133,37	4,00	105	no visible
58	Sara 1	218770,92	311296,66	150,70	3,00	109	hoyo 3x8cm
59	Sara 2	218781,69	311272,76	151,31	3,00	109	hoyo 3x8cm
60	Tico	221866,99	314086,12	129,07	3,00	109	hueco techo fibra
61	Tote	218235,25	313418,35	119,65	3,50	120	hoyo de 5x5cm
62	Tote 2	218091,24	313409,01	139,31	6,00	516	hoyo de 10x7cm
63	Tote 3	218245,37	313443,78	125,76	8,00	928	hoyo de 15x8cm
64	Trejo	221194,54	311915,21	136,41	3,00	109	no visible

Al examinar la ubicación de los impactos se infiere que, aunque un tanto irregular, existe una cierta tendencia a la distribución a lo largo de un eje con dirección sur-suroeste--norte-noreste, mientras que en la dirección transversal la distribución es más apretada. De la literatura se conoce que los campos de dispersión son elípticos, con el eje mayor orientado paralelo a la dirección de vuelo del meteoróide. En la mayoría de los casos los fragmentos más grandes de un impacto grande o de una caída múltiple se proyectan más lejos dentro del campo de dispersión (García Guinea et. al., 2006).

Según reportes, hasta ahora los fragmentos colectados en los Jazmines, Viñales y el Palmar son de pequeños a medios, de 3 a 5 cm de diámetro, en tanto los mayores de hasta 11 y 20 cm, se reportan en el fondo de los valles de Dos Hermanas, El Palmarito y de Ancón. Esto pudiera sugerir una dirección de vuelo de suroeste a noreste generando un campo de dispersión que se extiende desde los Jazmines y el Calvario, hasta la ladera septentrional de la sierra de Viñales y el límite del valle del Palmarito con La Guasasa y Valle de Ancón, siendo esta última el área más alejada de la elipse de dispersión con unos 15 a 20 km de longitud por unos 10 km de ancho (Fig. 1). Algunos de los fragmentos mayores generaron cráteres de 20 hasta 45 cm de profundidad, en dependencia de la dureza del terreno (Fig. 2).

El mogote El Valle, ubicado en la parte centro final del campo de dispersión y además en la zona donde se reporta la mayor concentración de impactos, pudiera contener en su cima una gran cantidad de fragmentos, posiblemente de gran diámetro, aún por descubrir. El meteorito más grande reportado es el del Valle de Ancón con una masa de 2070 g ubicado al final del campo de dispersión. Generalmente estos fragmentos grandes pueden conservar velocidad inicial residual y por consiguiente viajar más lejos dentro del campo. Entre los fragmentos registrados y los que probablemente existen en poder de personas, se pudieran contabilizar más de 100 fragmentos, quizás un 10% del total de los caídos. Esta cifra permite estimar en miles los fragmentos esparcidos por toda el área.

DAÑOS.

Por otra parte, los daños ocasionados se limitan a ligeras afectaciones a techos de viviendas y establecimientos y otros impactos en el pavimento. Lo más notable es el reporte de un techo de concreto (placa) al que el impacto le arrancó parte del alero (Fig. 3), además de varias viviendas de techo ligero en las cuales los fragmentos abrieron huecos penetrando al interior. Afortunadamente, no hubo que lamentar lesiones a personas o animales, en un área tan concurrida a esa hora del día.

CONCLUSIONES.

La distribución de los impactos determinados mediante observación directa se puede delimitar como un óvalo cuyo eje mayor es de rumbo NE-SW (Azimut

15°), con un área de unos 150 km², con un largo de 15-20 km por 10 km de ancho.

Los fragmentos colectados en los Jazmines, Viñales y el Palmar son de pequeños a medios, con 3 a 5 cm de diámetro medio; en tanto los mayores con 11 y hasta 20 cm, se reportan en el fondo de los valles de Dos Hermanas, El Palmarito y de Ancón.

El peso aproximado de los 64 fragmentos recuperados y medidos, más los estimados de acuerdo al tamaño de los cráteres, se calcula que alcance un total de 21 752,38 g

Los daños ocasionados por la caída de fragmentos del meteorito no son significativos, aunque generaron intranquilidad entre la población del área.



Fig. 2. Cráteres y fragmentos en valle de Dos Hermanas y valle de Ancón. **A-** Impacto Coyón 1. Cráter y fragmento valle Dos Hermanas, 11 cm de diámetro, masa 1300g; **B-** Impacto Chengo 1. Cráter valle Dos Hermanas, 25 cm de profundidad por 15 de ancho; **C-** Impacto Ancón. Cráter valle Ancón, 45cm de profundidad por 20 de ancho, masa 2070g; **D-** Impacto Ofelia, Cráter y fragmento valle Dos Hermanas, 6 por 3 cm, masa 155g.

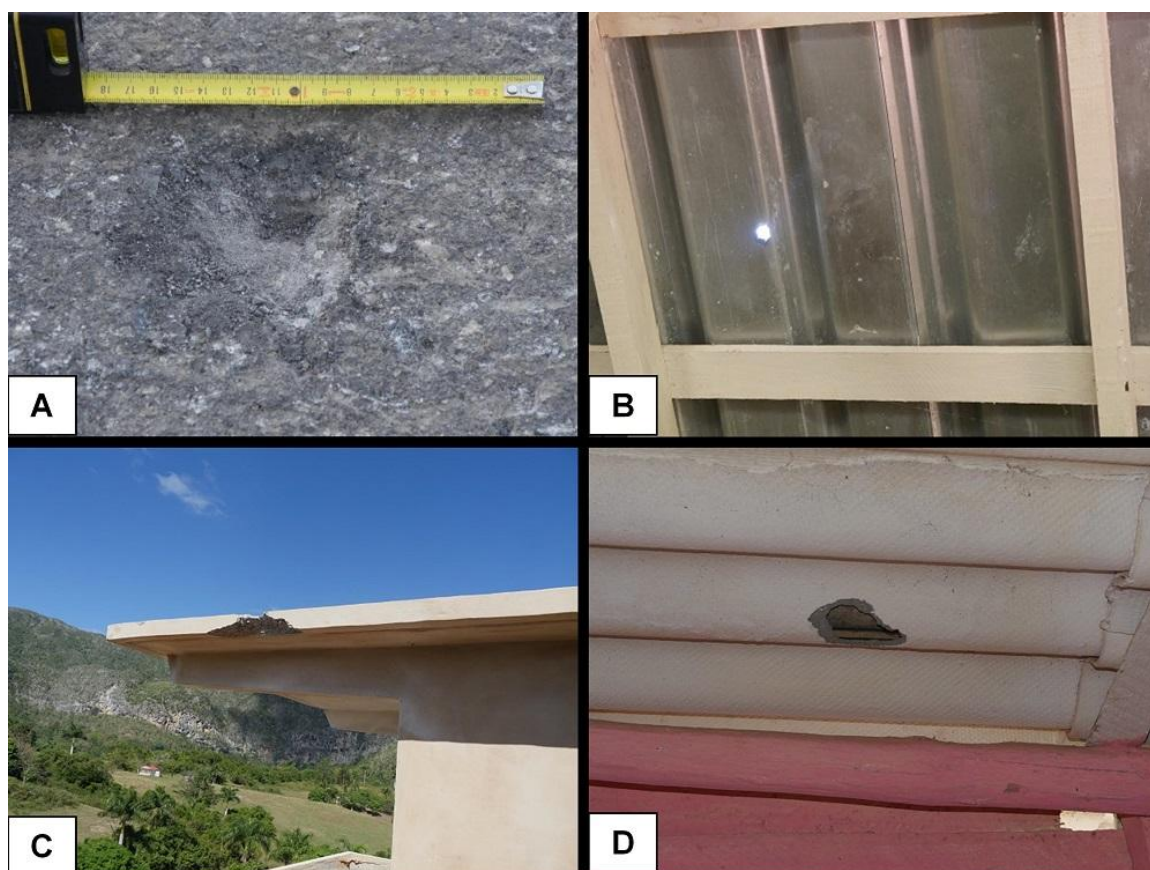


Fig. 3 Algunos de los daños ocasionados. **A-** Impacto Muralito. Cráter en el pavimento, carretera al Mural de la Prehistoria. **B-** Impacto El Cimarrón 1. Agujero en el techo de aluminio, carretera a Mural de la Prehistoria. **C-** Impacto Mirador. Afectación en alero del techo de una casa en el valle de Dos Hermanas. **D-** Impacto Tico. Agujero en el techo de fibra asfaltada, entrada al Capón.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen sinceramente a la Empresa Geominera de Pinar del Río por haber facilitado los medios y logística necesaria para la realización de los trabajos. Agradecimientos especiales al Dr.C. Manuel A. Iturralde Vinent, por la información sobre el tema y oportunos consejos. A Ramón O. Pérez Aragón por haber dado a conocer el trabajo inicial y por sus válidas observaciones. Por último y no menos importante, a los lugareños por haber tenido la gentileza de ayudar en la ubicación de los impactos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alcalá, L. y Martín Escorza, C. (1996). La caída del meteorito de Madrid en 1896. *XII Bienal. Tomo Extraordinario. 125 Aniversario de la R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 471-474.

Ceballos Y. (2016). Energía desde el espacio: Impacto de meteoritos en Cuba. *Revista Energía y Tú*, 76: 29-33.

Extremera San Martín D., (2019). Meteorito Viñales 2019: Cosa de una vez en la vida, un pedazo de planeta trajo una lluvia de piedra sobre los mogotes y el pueblo, <http://www.cubadebate.cu/especiales/2019/02/04/#.XlqmmXB-00>.

Fernández Navarro, L. (1923). Los meteoritos del Museo de Madrid. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 23: 224-233.

García Guinea J., Correcher V., Martín Escorza C., Fernández Hernán M., Sánchez Muñoz L., Sánchez Chillón B., Tormo L. (2006). Meteoritos españoles del Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Estudios Geol.*, Vol. 62, n.º 1, 11-30, enero-diciembre 2006. ISSN: 0367-0449.

Sears, D. W. (1978). The Nature and Origin of Meteorites. *Oxford Univ. Press, New York*.

Tormo Cifuentes L. (2013). Estudio de meteoritos singulares por técnicas espectroscópicas y de luminiscencia no destructivas. *Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas*

Trigo-Rodríguez, J. M., Borovicka, J., Spurny, P., Ortiz, J. L., Docobo, J. A., Castro-Tirado, A. J., Llorca, J. (2006). Determination of atmospheric trajectory and orbit. *Meteoritos y ciencias planetarias*, 41: 505-517.

Trigo Rodríguez J.M. (2012). Las raíces cósmicas de la vida. Colección El espejo y la lámpara. Ediciones UAB, Barcelona, ISBN: 978-84-939695-2-3, 241 págs.

Trigo-Rodríguez J.M. (2015). Aqueous alteration in chondritic asteroids and comets from the study of carbonaceous chondrites. En: *Planetary Mineralogy, EMU Notes in Mineralogy Vol. 15*, capítulo 3, págs. 67-87.

Wall, M. (2019). *A Brilliant Daytime Meteor Exploded Over Cuba This Month. Here's Where It Came From.* <https://www.space.com/cuba-meteor-orbit-trajectory-nailed-down.html>.

Autor Principal.

Manuel Vázquez Torres: Ingeniero geólogo, Master en Ciencias Geológicas.

manuel.vazquez@geologo.minem.cu

Recibido: 13 de marzo de 2019

Aprobado: 24 de marzo de 2019