

Sector 50 del Distrito Unión Juan Manuel: Argumentos para su prospección



Sector 50 from Union Juan Manuel District: Arguments for your prospecting

<https://cu-id.com/2144/v14e17>

✉ Raynel Alberto Herrera Molina *, ✉ Xiomara Casañas Díaz **, ✉ Jorge Luis Torres Zafra ***,
✉ Ludibet Barrio Revé ****, ✉ Yuliemi de la Caridad Milá Doma *****

RESUMEN: El proyecto I+D 613750 del Instituto de Geología y Paleontología (IGP) - Servicio Geológico de Cuba "Estudio Metalogénico del Distrito mineral Unión - Juan Manuel" tuvo por objetivo dar respuesta al problema generado por la insuficiencia de los estudios existentes, para la adecuada caracterización de la composición química y mineralógica de las menas de Cu - Co del Distrito Mineral, para una mejor comprensión de su génesis, y de profundizar en las posibilidades existentes para la ampliación de la base de recursos minerales dentro de él y en el resto del municipio Mantua. En toda la región de estudio se identificaron y delimitaron, a partir del mapa general de favorabilidad, un total de 53 sectores. Según sus características, y por orden de prioridad, el sector 50, ha sido recomendado para realizar en él trabajos de prospección. Su ambiente tectónico-estratigráfico, las evidencias de anomalías geoquímicas de Cu, Pb y Zn, también apoyadas por el desarrollo de anomalías de PI que abarcan gran parte del área, infieren que este sector encierra un gran potencial prospectivo para el incremento de recursos identificados de menas de Cu - Co $\pm$ Zn, Au, Ag y otros elementos acompañantes.

Palabras claves: sector 50, anomalías, potencial prospectivo.

ABSTRACT: The R&D project 613750 of the Institute of Geology and Paleontology (IGP) - Cuba Geological Survey called "Metallogenic Study of the Unión - Juan Manuel - Mineral District" had the objective of responding to the problem generated by the insufficiency of existing studies, for the adequate characterization of the chemical and mineralogical composition of the Cu - Co ores of the Mineral District, for a better understanding of its genesis, and to delve into the existing possibilities for expanding the base of mineral resources within it and in the rest of the Mantua municipality. Throughout the study region, a total of 53 sectors were identified and delimited, based on the general favorability map. According to its characteristics, and in order of priority, sector 50 has been recommended for prospecting work. Its tectonic-stratigraphic environment, the evidence of geochemical anomalies of Cu, Pb and Zn, also supported by the development of IP anomalies that cover a large part of the area, infer that this sector has a great prospective potential for the increase of identified resources of ores of Cu - Co $\pm$ Zn, Au, Ag and other accompanying elements.

Keywords: Sector 50, anomalies, potential perspective.

INTRODUCCIÓN

Ubicación: Se encuentra a 8 km al W del pueblo de Mantua, en la parte central del Municipio de igual nombre y dentro de la zona occidental del Distrito Mineral Unión - Juan Manuel (ver [figura 1](#)). Sus límites son dados por los vértices representados en la [tabla 1](#).

Geología

En la mayor parte del área aflora, en la superficie y en la paleosuperficie que yace por debajo de los sedimentos de la Fm. Guane, la secuencia de la **Fm. Esperanza** Es₅², portadora de mena en la

manifestación Cayo Alto, mientras en su parte nororiental aflora la secuencia de esta misma formación denominada Es₅¹ ([Burov et al., 1986](#)), portadora de **mena en Juan Manuel**. Dentro de sus límites afloran dos cuerpos de gabrodiabasas alargados y concordantes con la estratificación de las rocas encajantes, el más meridional de los cuales continúa por debajo de la Fm. Guane, teniendo ambos rumbo WNW - ESE. La tectónica transversal, representada por 3 fallas "secundarias" cartografiadas por geología, divide el sector en cuatro sub-bloques, pertenecientes todos al bloque tectónico que aloja al prospecto Unión - Juan Manuel y a las manifestaciones Cayo Alto y Cayo Bajo.

Recibido: 27/04/2022

Aprobado en su forma original: 14/12/2022

Instituto de Geología y Paleontología (IGP), Servicio Geológico de Cuba, Vía Blanca No. 1002 / Río Luyanó, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.

*Correo Electrónico: raynel@igp.minem.cu

**Correo Electrónico: dprospeccion@igp.minem.cu

***Correo Electrónico: zafra@igp.minem.cu

****Correo Electrónico: ludibet@igp.minem.cu

*****Correo electrónico: yuliemi@igp.minem.cu

El primero de estos subbloques, de E a W, contiene el extremo occidental de Juan Manuel y es delimitado por una falla de rumbo NNE. Dentro del mismo la secuencia buza al S con 25° (Burov *et al.*, 1986). El segundo sub-bloque, de forma triangular y con el vértice hacia el S, se ubica entre esta falla y otra de rumbo NNW. El mismo está hundido con respecto al anterior, cosa evidenciada por el contacto tectónico lateral entre la secuencia Es_5^1 aflorante en este bloque y la infrayacente Es_4^2 , aflorante en el primero. De acuerdo con los citados autores, la falla de rumbo NNE corta, por debajo de la Fm. Guane, a la de rumbo NNW, definiendo el vértice meridional del sub-bloque. El tercero se encuentra entre la ya mencionada falla de rumbo NNW y otra que con rumbo S atraviesa la parte más occidental del sector. El mismo se encuentra algo hundido con respecto al anterior, tal como lo demuestra el desplazamiento hacia el N del contacto entre las secuencias Es_5^2 y Es_5^1 . El cuarto bloque abarca el extremo occidental del sector y se extiende más allá, incluyendo los sectores 36 (Cayo Alto) y 34 (Cayo Bajo). En este último sub-bloque el contacto entre las secuencias Es_5^2 y Es_5^1 se encuentra más al N que en el sub-bloque anterior, indicado que se encuentra hundido con respecto a él (ver figura 2).

El tercio más oriental del sector contiene el extremo occidental del prospecto Unión - Juan Manuel, estando el área explorada delimitada por la primera de las fallas transversales descritas.

Perforación

La yacencia monoclin de los horizontes mineralizados de Juan Manuel se observa claramente en la distribución espacial de los pozos positivos por intervalos de profundidades. Así, los que interceptan la mena a profundidades entre 0 m y 50 m se distribuyen alineados de tal modo que marcan el límite septentrional de la zona explorada. Los datos de perforación fueron tomados de la recopilación de información y confección del catálogo de pozos realizada por (Torres Zafra, 2020).

Geoquímica

No hay anomalías hidrogeoquímicas. En cuanto a la litogeoquímica, en la mitad oriental del sector hay una anomalía de Co de 980 m de largo y un ancho máximo de 520 m dentro del sector, orientada en dirección E - W y que se extiende al E del mismo por otros 830 m en la parte noroccidental del vecino sector 49. A esta anomalía se le superpone una de Cu de 1360 m de largo y de 160 m a 290 m de ancho. Una anomalía de Pb y Zn cubre todo el SE del sector, superponiéndose a las anomalías litogeoquímicas descritas anteriormente, y se extiende hasta la esquina

Tabla 1. Vértices del área de estudio

Vértice	Coord. X	Coord. Y
1	151765	277650
2	153500	277650
3	153500	276985
4	153350	276985
5	153350	276770
6	151765	276770

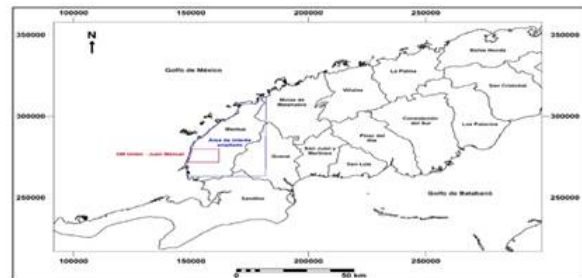


Figura 1. Mapa de ubicación del territorio objeto de estudio. En negro fronteras intermunicipales, en rojo el límite simplificado del Distrito Mineral Unión - Juan Manuel y en azul el límite general del área objeto de estudio

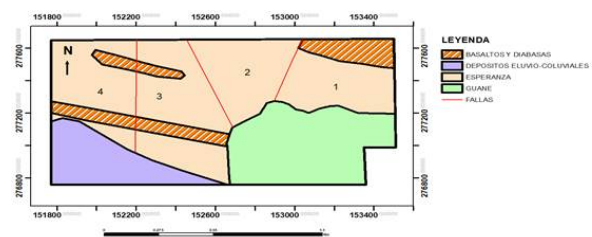


Figura 2. Mapa geológico del área de estudio (tomado del mapa geológico a escala 1:100000)

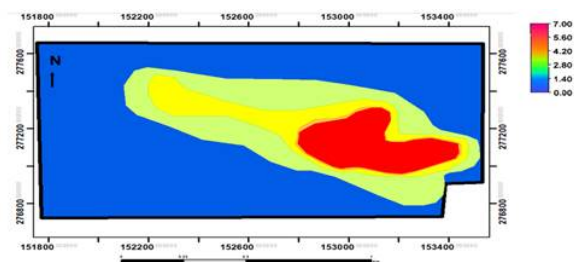


Figura 3. Mapa integrado complejo de anomalías litogeoquímicas de Ag, Zn, Cu, Co, Pb y Mo.

noroccidental del mismo, siendo la anomalía de Zn más pequeña que la de Pb. Las anomalías descritas anteriormente fueron reclasificadas y para su sumatoria resultando una vasta área representada en la figura 3.

Geofísica

En la figura 4 se puede observar que, la faja de anomalías de PI asociada con Unión I y Juan Manuel continúa en el sector sin signo alguno de interrupción, ensanchándose hasta el punto de abarcar alrededor del

80 % de su área. Esto se debe a que aquí esta faja se bifurca en dos ramas: una, la más pequeña, que se propaga con rumbo SW dentro del vecino sector 34 (Cayo Alto) y otra, la principal, que lo hace hacia el WNW, para cruzar por la mitad occidental del sector 35 y pasar inmediatamente al S de la frontera meridional del sector 31. Una tercera rama, en forma de gancho, conecta a la faja principal con una anomalía situada al S de esta.

En el sector, visto por un zoom realizado a este (figura 5), hay 7 anomalías de PI con η entre 8 % y 9 %. De ellas, de E a W, las dos primeras pertenecen claramente a la faja principal, las que se corresponden con la parte occidental de Juan Manuel, ambas con rumbo WNW. La primera tiene 790 m de largo dentro del sector, con un ancho entre 90 m y 230 m. Ella se extiende fuera de él al E por otros 500 m y hacia el WNW a lo largo de otros 530 m. La segunda anomalía, paralela a la anterior, tiene 860 m de largo y 100 m de ancho. La tercera anomalía solo pertenece parcialmente, en su parte oriental, a la faja principal, donde tiene rumbo WNW, con 630 m de largo y 90 m de ancho. Su parte occidental, en cambio, pasa a tener rumbo SW en una longitud de 300 m, con un ancho de 100 m a 200 m. La cuarta anomalía, ubicada en la parte septentrional del sector y más al W de las anteriores, también tiene rumbo SE, con una longitud de 200 m y un ancho de 100 m. La quinta anomalía se encuentra en el extremo noroccidental del sector y constituye el extremo NE de la anomalía de PI asociada con la manifestación Cayo Alto. La sexta anomalía se encuentra en la parte suroccidental de sector, localizándose evidentemente al S de la faja principal. Está orientada en dirección E - W y posee 280 m de largo y 140 m de ancho. La séptima y última anomalía de PI se halla en la parte S del sector y completamente fuera de la faja principal, está orientada en dirección E- W, con 780 m de largo y 130 m de ancho.

El sector se caracteriza por presentar valores moderados de conductividad, sin presentar ninguna anomalía de alta conductividad, y por la ausencia de anomalías radiométricas. Tampoco hay anomalías magnéticas locales. En la mitad oriental aparece una amplia anomalía gravimétrica de forma compleja, al parecer compuesta por dos anomalías gravimétricas, una al Norte y otra al Sur. La primera está orientada de WNW a ESE y es cartografiada por 3 de los 6 mapas de anomalías gravimétricas locales confeccionados, tiene alrededor de 590 m de largo y 280 m de ancho. La segunda, cartografiada por 3 o 4 de los 6 mapas mencionados, tiene dirección E - W, con unos 660 m de largo y 330 m de ancho (figura 6).

Valoración

La estructura geológica del sector da lugar a que en casi toda su área se encuentren dispuestas una debajo

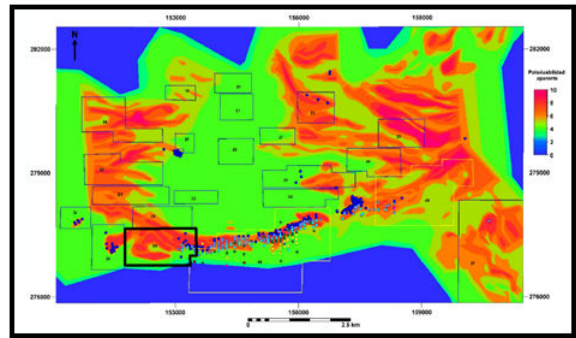


Figura 4. Mapa de polarización inducida del Distrito Mineral Unión - Juan Manuel

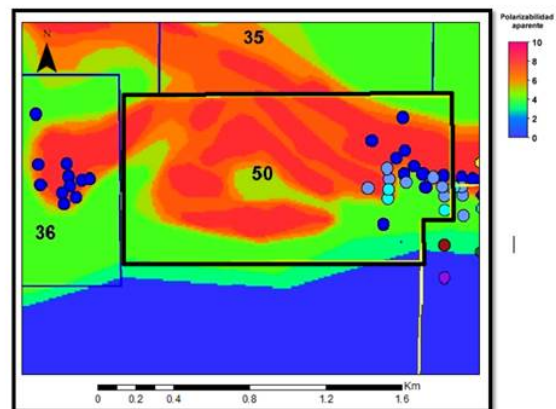


Figura 5. Zoom del Mapa de Anomalías de Polarización Inducida en el área de estudio

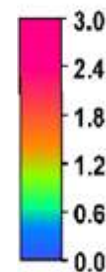


Figura 6. Anomalías Gravimétricas locales en el área de estudio

de la otra 2 o las 3 secuencias portadoras de mena existentes en el bloque tectónico que contiene al prospecto Unión - Juan Manuel y a las manifestaciones Cayo Alto y Cayo Bajo. Otro rasgo que le confiere favorabilidad para el hallazgo de mineralización sulfurosa es la continuidad en él de la faja principal de anomalías de PI vinculada a la parte superior de la zona mineralizada del mencionado prospecto y la presencia de un considerable número de anomalías de PI (7). La distribución espacial de estas anomalías y su forma demuestra que ellas no son afectadas por las fallas transversales, lo cual sugiere que los desplazamientos de sus fuentes generadoras provocados por las mencionadas fallas son, en lo esencial, verticales.

Mientras en el tercio oriental del sector la anomalía litogeoquímica compleja de Cu - Pb - Zn - Co se sitúa en el plano sobre el flanco meridional de la faja principal de anomalías de PI y sugiere la extensión por el buzamiento hacia el S de la zona mineral de Juan Manuel, en el tercio central ella se asocia claramente con el amplio conjunto de anomalías de PI aquí presentes, lo cual sugiere que estas tienen un origen mineral.

La anomalía gravimétrica local situada al N de la parte oriental del sector se vincula claramente con la faja principal de anomalías de PI y responde a la presencia de la zona mineralizada de la parte occidental de Juan Manuel y a los cuerpos de gabrodiabasa con ella asociados. La anomalía meridional se superpone, a su vez, con el extremo meridional de la segunda y tercera anomalía de PI y con la parte más oriental de la séptima. Es de notar que la parte más meridional del sector no fue cubierta por los trabajos de PI, por lo que es posible que la segunda, tercera y séptima anomalías sean en realidad más largas y cubran más área en el sudeste del sector. De ser así, el grado de superposición entre ambos tipos de anomalías geofísicas sería mayor que el observado en los mapas obtenidos. A lo anterior hay que añadir que esta anomalía gravitatoria tiene superpuesta la ya mencionada anomalía litogeoquímica compleja de Cu - Pb - Zn - Co. Estos hechos sugieren que la misma responde, al igual que la primera, a la presencia conjunta de rocas máficas y cuerpos minerales concordantes con las rocas sedimentarias encajantes.

Información acerca de la posible continuidad de la mineralización sulfurosa pirítica cupro-cobaltífera hacia el W y WNW de Juan Manuel brindan los pozos más occidentales de la zona explorada de Juan Manuel. Así, el pozo de Shigariev *et al.* (1982) ID 544 en el catálogo general de pozos Mantua alcanzó una profundidad de 90 m, con resultado negativos. El ID 541, también de los citados autores, alcanzó los 83,9 m de profundidad, interceptando mena entre 60,7 m y 66,2 m (5,5 m de espesor aparente). Mientras este pozo confirmó la continuidad hacia el WNW de la mineralización asociada con la primera anomalía de PI, el resultado negativo del segundo, situado 140 m al NW del anterior, se explica por encontrarse este en el lugar donde el límite meridional de la anomalía gira bruscamente al NNE, indicando un estrechamiento de la anomalía, para retomar la dirección WNW 90 m al N-NNE del pozo. Se pudo comprobar, mediante la comparación del mapa geológico con el de las anomalías de PI que esta desviación del límite meridional de la primera anomalía coincide con la traza de la falla transversal de rumbo NNE, cartografiada por geología, que separa al primer subbloque del segundo. Es de notar, sin embargo, que el límite septentrional de esta anomalía, a diferencia del meridional, no acusa

desplazamiento transversal alguno. Con esto se explica la causa de la no presencia de mineral en el mencionado pozo ID 544. Por su parte, el pozo ID 861 (Nanian *et al.*, 1972), situado 115 m al WNW del ID 544 y dentro de la anomalía de PI, si bien no encontró mineralización, solo alcanzó los 36,6 m de profundidad, por lo que en realidad no brinda información sobre la continuidad o no de la zona mineral vinculada con esta anomalía. Finalmente, el pozo ID 65, de 147 m de profundidad, situado en el extremo SE de la segunda anomalía de PI, interceptó mena entre 101,2 m y 102,8 m de profundidad (1,6 m de espesor aparente), lo cual confirma el origen mineral de esta otra anomalía.

Demostrada la ausencia de datos que demuestren la no continuidad hacia el W de los horizontes mineralizados del prospecto Unión - Juan Manuel más allá del área hasta hoy explorada, la bifurcación de la faja principal de anomalías de PI en dos ramas, una hacia el sector 36, donde en la manifestación Cayo Alto está demostrada por pozos la presencia de menas similares a las del mencionado prospecto, mientras la otra es la continuación en dirección WNW de dicha faja principal por al menos otros 1600 m, sugiere las siguientes posibilidades: 1) Continuidad hacia el WNW de los horizontes minerales observados en Juan Manuel. 2) Extensión hacia el NE, a lo largo de unos 450 m, de la zona mineralizada revelada por los pozos perforados en Cayo Alto. 3) Presencia de un nuevo horizonte mineral paralelo situado al S y estratigráficamente por encima de los explorados hasta ahora en Juan Manuel.

Para terminar, es ineludible que este sector, por su ubicación, se corresponde más o menos con el área que Burov *et al.* (1986) denominaron “flanco Oeste de Juan Manuel”, para la cual los mencionados autores argumentaron la posible continuidad de la mineralización de Juan Manuel en una extensión de 2,3 km y estimaron 3 800 000 t de mena en recursos pronósticos en categoría P1 (no identificados hipotéticos) con 1,8 % de Cu y 25 % de S. Por todo lo hasta aquí dicho, este sector se considera altamente perspectivo.

RECOMENDACIÓN

Realizar dentro de un mismo proyecto la prospección del sector 50, en conjunto con el sector 35, los dos de primera prioridad y recomendados para la prospección, pues este conjunto de sectores encierra un gran potencial para el incremento de recursos identificados de menas de Cu - Co $\pm$ Zn, Au, Ag y otros elementos acompañantes. Esto se basa en su mutua vecindad y en la continuidad hacia el WNW en ambos sectores de la faja principal de anomalías de PI del prospecto Unión Juan Manuel.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrios, F., Ávila, A., García, C., Pérez, M. Cabrera, H. Padrón, C., Rodríguez, E. & Díaz, A. 1988. Informe Búsqueda Evaluativa flanco Este Unión II. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: La Habana, Cuba.
- Blanes, J. A. & Vázquez, M. 1998. Informe compilativo Proyecto Unión. Holmer Gold Mines Limited - Geominera S.A. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana.
- Burov, V., Martínez, D., Yusainov, Y., Fernández, R., Derbenev, V. & Uspenky, A. 1986. Informe de los trabajos de levanta J. L. miento geológico a escala 1:50 000 realizados en la parte Occidental de la provincia de Pinar del Río en 1981-85. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: La Habana, Cuba.
- Carballo Otero, O. F. & Moya, J. J. 2009. Sistematización y generalización de la información electromagnética del NW de la provincia Pinar del Río. Inédito. Archivo Técnico del IGP-SGC.
- Cazañas, X., Torres Zafra, J. L., Lavaut Copa, W., Cobiella Reguera, C., Capote, C., González, V., López Kramer, J. L., Bravo, F. Llanes, A. I., González, D., Ríos, Y. Ortega, Y. Yasmany, R., Correa, A., Pantaleón, G., Torres, M. Figueroa, D., Martin, D. Rivada, R. & Núñez, A. 2014. Informe del Mapa Metalogénico de la República de Cuba a escala 1:250 000. Inédito, Archivo Técnico del Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba.
- Cazañas, X., Torres Zafra, J. L., Lavaut Copa, W., Cobiella Reguera, C., Capote, C., González, V., López Kramer, J. L., Bravo, F. Llanes, A. I., González, D., Ríos, Y. Ortega, Y. Yasmany, R., Correa, A., Pantaleón, G., Torres, M. Figueroa, D., Martin, D. Rivada, R. & Núñez, A. 2017. Memoria explicativa del Mapa Metalogénico de la República de Cuba a escala 1:250 000. 177 págs. Editorial: Centro Nacional de Información Geológica: La Habana, ISBN: 978-959-7117-77-3.
- Fernández Alfonso, R. 2016. Estimación de recursos del campo mineral Unión, provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción al Título Académico de Ingeniero geólogo. Facultad de Geología y Mecánica, Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río.
- García, C. A., Ávila, A., Hung, A., Pérez, M., Kindelán, R. & Basulto, M. 1988. Informe sobre la ejecución de los trabajos del proyecto Exploración Orientativa del yacimiento de piedra y piritita cuprífera Unión II. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana.
- García, C. A. 1989. Geología del Campo Mineral Unión y perspectiva de yacimientos sulfurados en la Formación Esperanza. Resumen de la Tesis en opción al grado científico de candidato a doctor en ciencias geólogo - mineralógicas.
- García, C. A., Ávila, A., Kindelán, R., Pérez, M., Valdivia, M., Castañeda, J. A., Díaz, A. Hernández, G. & Izquierdo, M. 1990. Informe de los trabajos de Exploración Orientativa para menas sulfuradas-cupríferas del Yacimiento Juan Manuel y el complemento de la Exploración Orientativa del yacimiento Unión. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: La Habana, Cuba.
- García, D., Gil, S., Delgado, R., Millán, G., Peñalver, L. L., Cabrera, M., Denis, R., Chang, J. L., Fuentes, M., Díaz, C., Suárez, V., Llanes, A. I., Pérez, R., Torres, M., Pérez, C. & Díaz, L. 2003. "Generalización y actualización geológica de la provincia de Pinar del Río", Inédito, Instituto de Geología y Paleontología: La Habana, Cuba.
- Large, J.D., Sawlowicz, Z. & Spratt, J.1999. "A cobaltite - framboidal pyrite association from the Kupferschiefer: Possible implications for trace element behaviour during the earliest stages of diagenesis", en *Mineralogical Magazine* -Gran Bretaña- 63, Part 3 (418): 353 - 361.
- Laznicka, P. 2010. *Giant Metallic Deposits. Future Sources of Industrial Metals*. Second edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, 2010. 961págs.
- Martín, R., Bahamonde, D. R. & Sánchez, Y. 2012. Informe recopilación de información y reconocimiento sobre caolín para cemento blanco y otros usos en la provincia de Pinar del Río. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: La Habana, Cuba.
- Matlock Hierro SA. 1996. Actualización de las reservas de cobre en el proyecto de cobre Hierro Mantua" Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana.
- Nanian, B., Sedov, V., Shulzhenko, V., Andreev, S., Fernández, R., Estrugo, M. Efimova, Z. & Mezentsev, A. 1972. Informe con el cálculo de reservas de las menas pirítico-cupríferas del yacimiento Unión I en base a los trabajos de Exploración Geológica efectuados en los años 1967-1972. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana.
- Pérez, C. M., Peñalver, L. L., Cabrera, M. & Valle, R. D. 2003. "Algunas consideraciones acerca de la evolución tectónica del extremo occidental de Pinar del Río, Cuba", en V Congreso Cubano de Geología y Minería. Memorias Trabajos y Resúmenes, Centro Nacional de Información Geológica, Edición digital ISBN 959-7117-11-8, La Habana.
- Puentes, S., 1977. Proyecto "Olga-Jagua"- Geofísica de superficie. Tesis de grado. Departamento de Geociencias del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría (ISPJAE): La Habana, Cuba.

- Puentes, R., Pedraza, J. V., Barrios, A. M., Castañeda, J. A., Balido, A., Salinas, A. Hernández, J. L. & Gonzáles, J. L. 1991. Informe Prospección Preliminar de Cu en Las Alturas Pizarrosas del Norte. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana.
- Shigariev, V., Blazheiv, M., Kozulin, V., Varilov, G., Shelagurov, V., Gajardo, N. & Sinobas, H. 1982. Informe sobre los resultados de los trabajos de búsqueda compleja a escala 1:10 000 en el campo mineral Unión y en el flanco nordeste del yacimiento Hierro, realizados en los años 1972 - 74. Inédito. Archivo de la Oficina Nacional de Recursos Minerales: La Habana.
- Torres Zafra, J. L., Moreira, J., Lavandero, R. M. & Montano, J. L. 2004. Informe Reevaluación Metalogénica del Potencial de los recursos minerales de Oro, Plata y Polimetálicos Asociados en secuencias ricas en materia orgánica Pinar del Río. Inédito. Archivo del Instituto de Geología y Paleontología: La Habana, Cuba.
- Torres Zafra, J. L. 2006. Regularidades metalogénicas de las secuencias ricas en materia orgánica del terreno Guaniguanico. Evaluación de su potencial polimetálico - precioso. Tesis de Maestría, Facultad de Geología y Mecánica, Universidad Hermanos Saínz Montes de Oca. Pinar del Río.
- Torres Zafra, J. L., Lavaut Copa, W. & Cazañas, X. 2017. Modelos descriptivo - genéticos de depósitos metálicos para el mapa metalogénico A escala 1:250 000 de la República de Cuba. 267 págs. Editorial: Centro Nacional de Información Geológica: La Habana. ISBN: 978-959-7117-74-2.
- Torres Zafra, J. L., Pacheco, M. S., Mayos, I., Herrera, R. & Cazañas, X. 2020. Informe Estudio Metalogénico del Distrito Mineral Unión - Juan Manuel del Municipio Mantua. Inédito. Archivo del Instituto de Geología y Paleontología: La Habana, Cuba.

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: Redacción - primera redacción: Raynel Alberto Herrera Molina.

Investigación: Raynel Alberto Herrera Molina y Jorge Luis Torres Zafra. **Metodología:** Jorge Luis Torres Zafra.

Análisis formal: Xiomara Cazañas Díaz y Jorge Luis Torres Zafra. **Conservación de datos:** Raynel Alberto Herrera Molina, Ludibet Barrio Revé y Yuliemí de la Caridad Milá Doma. **Redacción - revisión y edición:** Raynel Alberto Herrera Molina.