



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>
УДК 55.553.073.3



ЗОЛОТОРУДНЫЕ И ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ПЛАСТОВО-КОЛЧЕДАНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КУБЫ

Д. ДЕ ЛА НУЭС КОЛОН^{1,2,*}, М. САНТА КРУС ПАЧЭКО²

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

² Институт геологии и палеонтологии. Геологическая служба Кубы
1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба

АННОТАЦИЯ

Введение. Колчеданные месторождения являются одним из важнейших источников Cu и Zn, на них приходится большая доля мировой добычи Pb, Ag, Au, Se, Te, Bi, Sb, а также небольшие количества многих других металлов. В породах меловой свиты Лос-Пасос известны колчеданные месторождения полиметаллов, которые в разной степени представляют экономический интерес. **Цель:** показать перспективность меловых вулканических отложений Центральной Кубы для поисков месторождений золота, серебра, меди, цинка и свинца.

Материалы и методы. В исследовании охарактеризованы колчеданные месторождения Сан-Фернандо, Индэпэндэнсия, Антонио, Лос-Серрос и рудопроявления Бока-дель-Торо и Эль-Соль, локализованные в свите Лос-Пасос. Описаны сходства и различия минерального и элементного состава и структур руд этих объектов, которые лежат в основе оценки их экономического значения.

Результаты. Намечена широтная зональность колчеданного и благородного металлического оруденения рудного района Центральной Кубы. На западе преобладают медно-колчеданные месторождения с сопутствующими золоторудными объектами. На востоке распространены медно-цинковые колчеданные месторождения с баритом и золото-серебряными объектами.

Заключение. Необходимо предполагать соответствующий различный эрозионный срез блоков меловой вулканической дуги Центральной Кубы. На западе он больше, на востоке меньше. На основании прожилковых руд золота, приуроченности их к тектоническим зонам и отсутствия корреляции между благородными и халькофильными металлами на месторождении Сан-Фернандо, а также существенно разными золото-серебряными отношениями в рассмотренных рудных объектах можно предположить, что часть золото-серебряных руд формировалась после колчеданных. Отмечается отношение Au/Ag для руд типа high sulfidation (высокосульфидные руды) сходных рудных районов Венесуэлы и Курильской островной дуги. В этой связи можно ожидать скрытые месторождения золота на западе и золото-серебряные на востоке исследованного района.

Ключевые слова: природные типы колчеданных руд, Центральная Куба, геологические строение, оруденение

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Де ла Нуэс Колон Д., Санта Крус Пачэко М. Золоторудные и золотосодержащие пластово-колчеданные месторождения Центральной Кубы. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):27—37. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>

Статья поступила в редакцию 14.02.2020

Принята к публикации 28.08.2020

Опубликована 09.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

GOLD AND GOLD-BEARING VOLCANOGENIC MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS OF THE CENTRAL CUBA

DEYSY DE LA NUEZ COLON^{1,2,*}, MARIA SANTA CRUZ PACHECO²

¹ Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

² Institute of Geology and Paleontology (IGP). Cuba geological service
Vía Blanca No. 1002 e. Línea del Ferrocarril y Ctra. Central, San Miguel del Padrón, La Habana. Cuba

ABSTRACT

Background. Volcanogenic massive sulphide deposits (VMS) are the most important sources of Cu and Zn; they account for a large share of the world production of Pb, Ag, Au, Se, Te, Bi and Sb, as well as small amounts of many other metals. The polymetallic VMS deposits of economic value of varying degrees are known in the rocks of the Los Pasos Cretaceous Formation, Cuba.

Aim. To show the potential of the Cretaceous volcanic deposits of Central Cuba for gold, silver, copper, zinc and lead deposit prospecting.

Materials and methods. The study characterises the San Fernando, Independencia, Antonio, Los Cerros VMS deposits and the Boca del Toro and El Sol ore occurrences located in the Los Pasos Formation. The similarities and differences in the mineral and elemental composition and structures of the ores of these objects are described, which underlie the assessment of their economic importance.

Results. The latitudinal zoning of VMS and noble metal mineralisation of the Central Cuban ore region is outlined. In the west, copper-VMS deposits with accompanying gold ore objects prevail. In the east, copper-zinc VMS deposits with barite and gold-silver objects are widespread.

Conclusions. It is necessary to assume the different erosional sections corresponding to the blocks of the Cretaceous volcanic arc of Central Cuba, which is larger in the west and smaller in the east. Proceeding from the presence of veinlet gold ores, their confinement to tectonic zones and the lack of correlation between noble and chalcophile metals at the San Fernando deposit, as well as significantly different gold-silver ratios in the considered ore objects, it could be assumed that some of the gold-silver ores were formed after VMS. The obtained Au/Ag ratios are close to the ores of the high sulphidation type (high sulphide ores) from similar ore regions of Venezuela and the Kur-il island arc. In this regard, one can expect hidden gold deposits in the west and gold-silver deposits in the east of the studied area.

Keywords: Volcanogenic Massive Sulfide, Central Cuba, geological structure, mineralization

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: De la Nuez Colon D., Santa Cruz Pacheco M. Gold and gold-bearing volcanogenic massive sulphide deposits of the Central Cuba. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):27—37. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>

Manuscript received 14 February 2020

Accepted 28 August 2020

Published 09 November 2020

* Corresponding author

Вулканогенно-осадочные сульфидные руды (VMS) включают минерализацию меди, цинка, золота и серебра. Месторождения формировались в разные геологические эпохи [2, 5]. Одна из них реализована в меловых отложениях Кубы, где место-

рождения различаются по минеральному и элементному составу, строению руд, вмещающим породам и особенностям синрудного вулканизма [3, 9].

Породы вулканической дуги площадью около 2200 км² с возрастом от раннего (неокома)

до позднего мела (кампан) занимают большую часть Центральной Кубы (рис. 1). Имеющиеся данные позволяют выделить два вулканоплутонических комплекса, сформированных в соответствующие

этапы, разделенные перерывом предположительно между коньякским и сантонским веками (рис. 2, 3). Нижний комплекс характеризуется толеитовыми бимодальными вулканитами, сформировавшимися

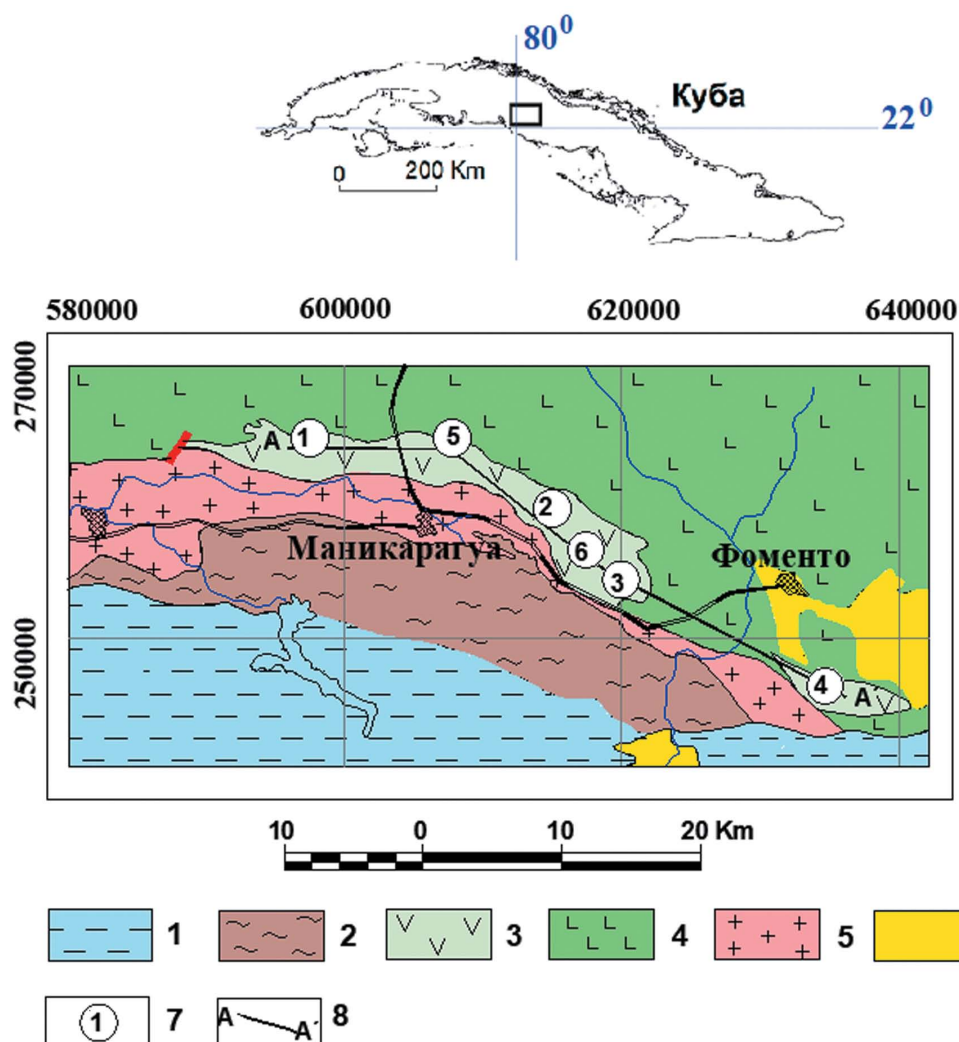


Рис. 1. Геологическая карта Центральной Кубы. Расположение месторождений Центральной Кубы [9, с изменениями]: 1 — комплекс метаморфических пород Эскамбрай (хлоритовые сланцы, сланец голубой и лавсонит; J1-K); 2 — энсиматический метаморфизованный комплекс Мабухина (преимущественно амфиболиты и кристаллические сланцы; J1-K); 3 — нижняя подсвита Лос-Пасос (с туфо-брекчия и лапиллиевые туфы риолитов, в верхней части кремнистая порода, туфы андезидацитов, риолитодациты; K1); 4 — верхняя подсвита Лос-Пасос (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки; K1—K2); 5 — интрузии гранитов Маникарагуа (γK2); 6 — осадочный чехол Багамской платформы (N-Q); 7 — месторождения: 1 — Сан-Фернандо; 2 — Индэпэндэнсия; 3 — Антонио; 4 — Лос-Серрос; рудопроявления: 5 — Эль-Соль; 6 — Бока-дель-Торо; 8 — линия разреза

Fig. 1. Geological map of Central Cuba. Location of deposits in Central Cuba [9, with changes]: 1 — complex of metamorphic rocks Escambray (chlorite shale, blue shale and lavsonite; J1-K); 2 — the ensimatic metamorphosed complex of Mabukhin (mainly amphibolites and crystalline schists; J1-K); 3 — lower subformation of Los Pasos (with tuff-breccias and lapillian rhyolite tuffs, siliceous rock in the upper part, andesidacite tuffs, rhyolitodacites; K1); 4 — upper subformation of Los Pasos (basalts, tuffs, tuffites, lava breccias, agglomerates, andesites, dacites, conglomerates, sandstones and limestones; K1—K2); 5 — intrusions of granites of Manicaragua (γK2); 6 — sedimentary cover of the Bahamas platform (N-Q); 7 — deposits: 1 — San Fernando; 2 — Independance; 3 — Antonio; 4 — Los Cerros; ore occurrences: 5 — El Salt; 6 — Boca del Toro; 8 — cut line

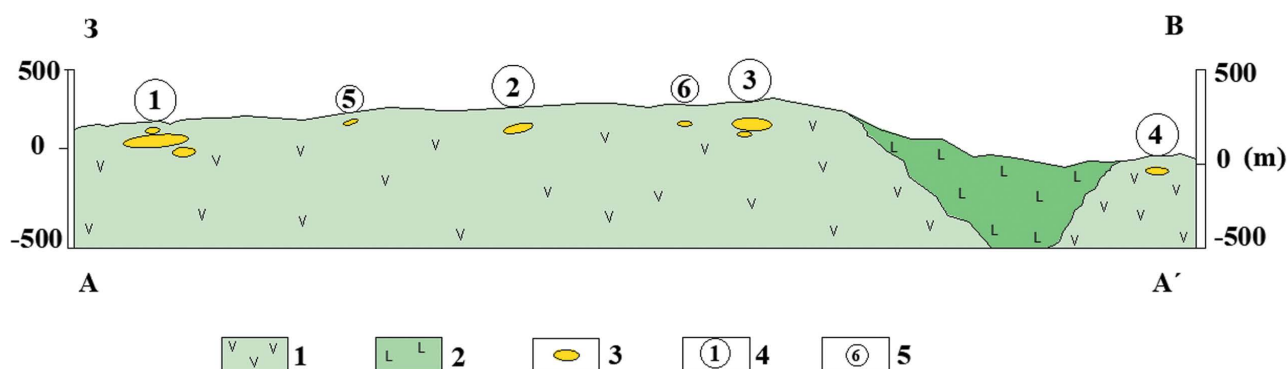


Рис. 2. Схематический разрез по линии А—А' и размещение колчеданных месторождений Центральной Кубы. 1 — нижняя подсвита Лос-Пасос (K1); 2 — верхняя подсвита Лос-Пасос (K1—K2); 3 — рудоносные зоны; 4 — месторождения: ① — Сан-Фернандо; ② — Индэпэндэнсиа; ③ — Антонио; ④ — Лос-Серрос; 5 — рудопроявления: ⑤ — Бока-дель-Торо; ⑥ — Эль-Соль

Fig. 2. Schematic section along the A—A' line and placement of pyrite deposits in Central Cuba. 1 — lower subformation of Los Pasos (K1); 2 — upper subformation of Los Pasos (K1—K2); 3 — ore-bearing zones; 4 — deposits: ① — San Fernando; ② — Independencia; ③ — Antonio; ④ — Los Cerros; 5 — ore occurrences: ⑤ — Boca del Toro; ⑥ — El Sol

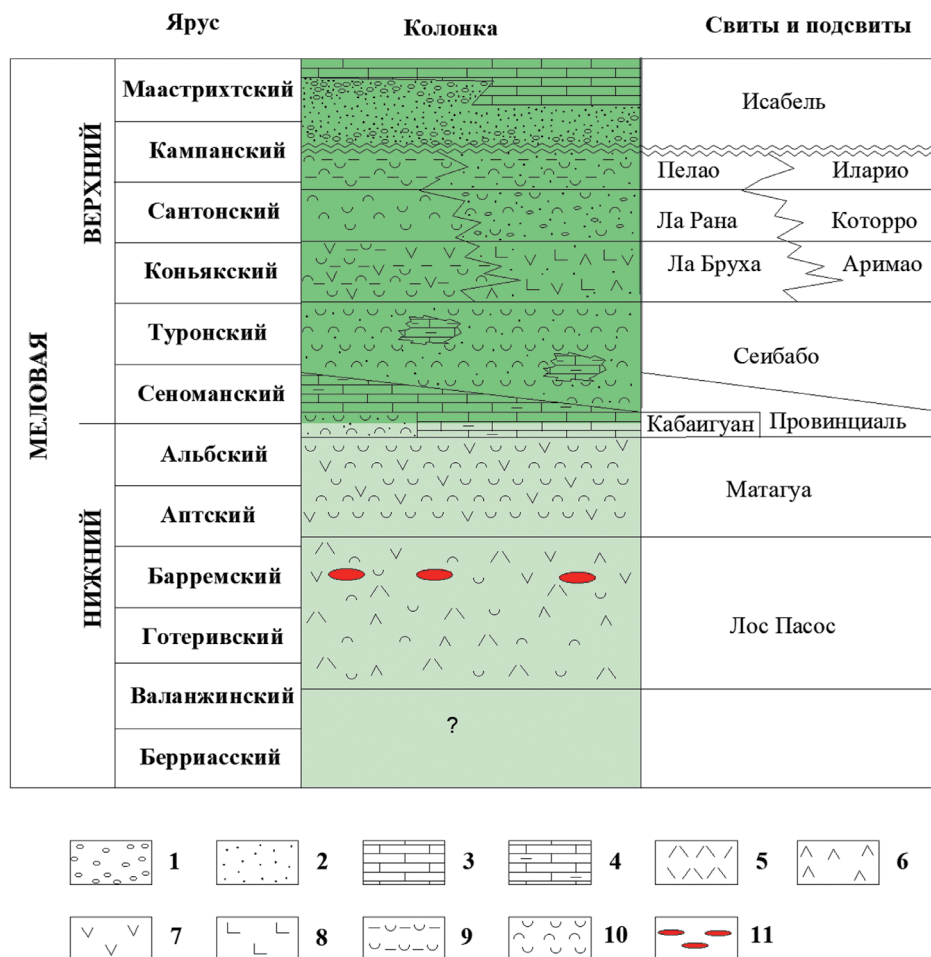


Рис. 3. Схематическая стратиграфическая колонка Центральной Кубы [7, с изменениями]: 1 — конгломераты, 2 — песчаники, 3 — известняки, 4 — мергели, 5 — риолиты, 6 — дациты, 7 — андезиты, 8 — базальты, 9 — туфы, 10 — туффиты, 11 — рудоносные зоны

Fig. 3. Schematic stratigraphic column of Central Cuba [7, as amended]: 1 — conglomerates, 2 — sandstones, 3 — limestones, 4 — marls, 5 — rhyolites, 6 — dacites, 7 — andesites, 8 — basalts, 9 — tuffs, 10 — tuffites, 11 — ore-bearing zones

в раннюю стадию примитивной островной дуги. Помимо вулканитов, в нем полно представлена плутоническая ассоциация в виде гранитов (гранодиорит — гранит) Маникарагуа. Верхний комплекс сложен породами свит Ла Вруха, Аримао, Ла Рана, Которро, Пелао и Иларио (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки).

Он включают интрузии гранитов с золото-медно-порфировыми объектами.

Оруденение рассматриваемых объектов представлено колчеданными рудами. Месторождения расположены: Сан-Фернандо в западной части рудного района в провинции Вилья-Клара, Антонио — на востоке в провинции Вилья-Клара, Лос-Серрос находится восточнее в провинции Санкти-Спиритус, Индэпэндэнсиа — в 7 км к западу от месторождения Антонио. Месторождения имеют черты сходства и отличия, что важно для их геолого-экономической оценки, прогноза колчеданного и сопутствующего оруденения.

Фактический материал и методы исследования

В основу положены материалы геолого-разведочных работ по районам месторождений Сан-Фернандо, Антонио, Индэпэндэнсиа и Лос-Серрос, в которых авторы принимали участие, осуществляя полевые и лабораторные исследования. Отбор проб проводился из рудных тел, околорудных метасоматитов и вмещающих пород, в основном из керна разведочных скважин и естественных обнажений, изученных во время полевых маршрутов, проводимых с целью определения геологических аспектов и связей с минерализацией.

Количество образцов, использованных для исследований, на месторождениях Сан-Фернандо, Антонио, Индэпэндэнсиа и Лос-Серрос, показано в таблице 1.

Анализы выполнены методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICPMS). Подготовка проб и большая часть химических анализов проведены в Центральной лаборатории Хосе И. дель Коррала на Кубе.

Геохимические связи рудных компонентов установлены методом многомерного статистического корреляционного анализа в программном пакете «Statistica» (рис. 4, табл. 1, 2).

По рудопроявлениям Бока-дель-Торо и Эль-Соль использованы материалы геологических отчетов из архивов Национального управления минеральных ресурсов Кубы.

Основные черты геологического строения района Центральной Кубы

Вулканогенный комплекс нижнего мела распространен в южных провинциях Сьенфуэгос, Вилья-Клара и Санкти-Спиритус в центральной зоне Кубы (рис. 1, 2). Он объединен в свиту Лос-Пасос и отнесен к готеривскому ярусу [7].

Район основных выходов свиты Лос-Пасос, около 100 км², занимает субширотную дугу протяженностью 35—40 км и шириной 4—6 км. (рис. 1). Ее условный центр расположен примерно в 5 км к северу от города Маникарагуа в провинции Вилья-Клара.

Свита Лос-Пасос представлена бимодальным вулканическим комплексом в основном подводного типа с геохимическими характеристиками, аналогичными толеитам островных дуг или образованиям примитивных островных систем, включающих более кислые разности (риолиты, дациты) или промежуточные между более кислыми и основными породами [7].

Свита Лос-Пасос перекрыта породами свиты Матагуа (рис. 3). Прямой контакт между ними не наблюдается, но отмечены элементы согласного залегания. Большинство авторов считают,

Таблица 1. Основные характеристики минерального состава руд колчеданных месторождения Центральной Кубы
Table 1. Main characteristics of the mineral composition of the pyrite ores of the Central Cuban deposit

№	Месторождения	Рудные минералы	Жильные минералы	Фактическая основа
1	Сан-Фернандо	Пирит Сфалерит	Кварц, серицит, хлорит	65 скважин, 146 аншлифов, элементный состав 50 проб
2	Антонио	Халькопирит Галенит (PbS)		Две скважины и три образца из обнажения (7 аншлифов), элементный состав 33 проб
3	Индэпэндэнсиа	Тетраэдрит (Sb ₄ Cu ₁₂ S ₁₃) Пирротит (Fe _n S _{n+1})		Две скважины и 5 образцов из обнажения (9 аншлифов), элементный состав 7 проб
4	Лос-Серрос	Электрум (Au, Ag) Гессит (Ag ₂ Te)		Три скважины, 7 образцов с поверхности (10 аншлифов), элементный состав 7 проб

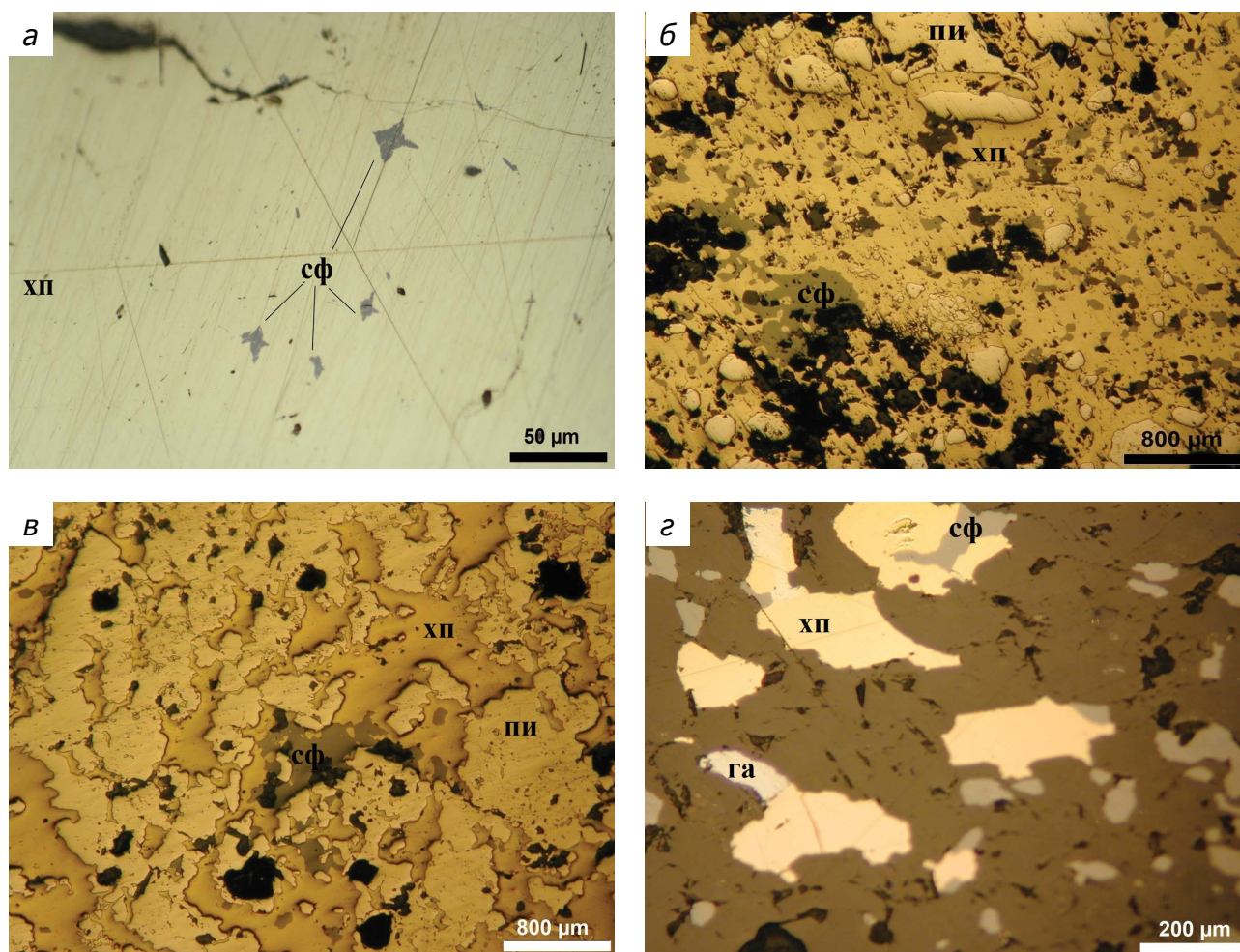


Рис. 4. Характеристики колчеданных руд Центральной Кубы: а — месторождение Сан-Фернандо: сфалеритовые звездочки в халькопирите; б — месторождение Индэпэндэнсия: типичная структура сульфидных руд, состоящих из сфалерита, халькопирита и пирита; в — месторождение Антонио: халькопирит цементирует пирит (колломорфная текстура); г — месторождение Лос-Серрос: в рудах, имеющих вкрапленную структуру, сфалерит цементирует халькопирит и галенит; пи — пирит, хп — халькопирит, сф — сфалерит, га — галенит
Fig. 4. Characteristics of pyrite ores of Central Cuba. а — San Fernando deposit: sphalerite stars in chalcopyrite; б — Independencia deposit: typical structure of sulfide ores consisting of sphalerite, chalcopyrite and pyrite; в — Antonio deposit: chalcopyrite cements pyrite (collomorphic texture); г — Los Cerros deposit: in disseminated ores, sphalerite cements chalcopyrite and galena; пи — pyrite, хп — chalcopyrite, сф — sphalerite, га — galena

Таблица 2. Средние значения содержания компонентов месторождения Центральной Кубы [4]
Table 2. Average values of the content of the components of the deposit in Central Cuba [4]

№	Название	Основные и попутные компоненты	Средние значения содержания				Cu/Zn	Au/Ag
			Cu (%)	Zn (%)	Ag (г/т)	Au (г/т)		
1	Сан-Фернандо (50 проб)	Cu, Zn (Pb, Ag, Au)	2,3	3,4	20,0	9,1	0,67	0,46
2	Индэпэндэнсия (7 проб)	Cu, Zn (Au, Ag)	3,5	7,0	1,7	3,0	0,5	1,76
3	Антонио (33 проб)	Cu, Zn (Au, Ag)	1,64	3,89	18,0	0,3	0,42	0,02
4	Лос-Серрос (7 проб)	Cu, Zn (Au, Ag)	3,0	11,0	45,5	4,17	0,27	0,09

что свита Матагуа имеет постепенный переход с породами свиты Лос-Пасос [7].

Свита Матагуа представлена лавами, лавобрекчиями и туфами андезитов, андезит-базальтов и базальтов, а также туффитами, известняками, песчаниками и алевролитами. Палеонтологических остатков в породах свиты не обнаружено. Вулканитам условно присвоен возраст нижнего мела. Они перекрыты известняками свиты Провинциаль, датированными биостратиграфически как альб-сеноман [7] (рис. 3).

Во многих обнажениях отмечено, что породы свиты Лос-Пасос метасоматически изменены. Обычно это новообразования аморфного кремнезема мелкозернистого кварца с примесью эпидота, хлорита, гематита, серицита и каолинита.

В метасоматитах локализованы месторождения и рудопроявления колчеданных руд. Они в основном сосредоточены в районе Лос-Пасос. Рудные объекты относятся к месторождениям типа Куроко (рис. 1, 2) [3, 7].

Характеристики колчеданных месторождений

Месторождения имеют разную степень изученности, что обусловлено их разным экономическим значением. Сан-Фернандо и Антонио наиболее изучены (табл. 1) [8].

Рудные тела месторождения Сан-Фернандо имеют чечевицеобразную форму и сложены сульфидными рудами с массивными вкрапленными и прожилковыми текстурами [9]. Широко распространены пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит, теннантит, борнит, марказит и арсенопирит. Присутствует самородное золото, электрум, аргентит и гессит. Благороднометалльная минерализация наблюдается в виде прожилков и вкрапленности в основном в халькопирите и сосредоточена в так называемой прожилковой зоне.

Пирит является наиболее распространенным сульфидом. Его структура изменяется в зависимости от степени перекристаллизации. Первичные структуры не сохранились. Он слагает концентрические, катакlastические и зонально-зернистые агрегаты.

Сфалерит проявлен выделениями, заполняющими интерстиции в пирите, а также в виде эмульсии в халькопирите (рис. 3а).

На месторождении преобладают цинково-медные руды. Они локализованы на верхнем уровне. Минимальное содержание цинка составляет 0,7%, достигая значения 41,20%, содержание меди колеблется от 0,5 до 13,50%.

Жильные минералы представлены кварцем, серицитом и хлоритом. Наиболее часто встре-

чаются структуры руд: порфировая, гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, коррозионная и замещения. В западном направлении густо вкраплены и пятнистые текстуры руд сменяются редковкрапленными.

Собственно, медные руды локализованы в андезит-дацитовых порфирах. Минимальное содержание меди составляет 3%, достигая 14,4%. Характерными минералами являются халькопирит и пирит, реже тетраэдрит и сфалерит. Жильные минералы также представлены кварцем, серицитом и хлоритом. Характерными текстурами являются массивные, густо вкрапленные и пятнистые. Структуры аллотриоморфнозернистая, коррозионная и цементная.

Пиритовые руды сосредоточены в нижних горизонтах месторождения. Пирит является компонентом руд с содержаниями от 2 до 80%, реже встречается марказит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит и галенит. Содержания Zn и Cu низкие (Zn < 0,5% и Cu 0,5%). Преобладающими текстурами руд являются вкрапленная и прожилковая. Структуры бывают идиоморфнозернистые и аллотриоморфнозернистые.

Месторождение *Индэпэндэнсуа (Independencia)* имеет протяженность 1 км. Оно локализовано на контакте интенсивно силицитизированных, лимонитизированных и серицитизированных риолит-порфиров со слабо измененными риолитовыми лавобрекчиями. Рудная минерализация представлена вкраплениями халькопирита, сфалерита и пирита (рис. 3б) в интенсивно окремненных и рыхлых породах. Содержание полезных компонентов показано в таблице 1. Единичные скважины пересекали рудную зону мощностью 3 м на глубине 97 м со значительным содержанием Cu — 3,5%, Zn — 7%, серебра — 166 г/т и золота — 3г/т.

Месторождение *Антонио (Antonio)* имеет протяженность 350 м по простиранию, 250 м по падению и средней мощностью 11 м, состоит из двух рудных тел. Первое сложено массивным пиритом, второе включает участки, обогащенные халькопиритом и сфалеритом, с меньшим количеством теннантита, галенита и небольшими включениями электрума, гессита, кварца, карбоната и барита [3].

Выделяются две стадии отложения сульфидов; ранняя, когда кристаллизовался мелкозернистый пирит, и поздняя метасоматическая, во время которой отлагалась ассоциация пирит — халькопирит — сфалерит.

Отличительной особенностью этого месторождения является то, что в нем наблюдается присутствие колломорфного пирита (рис. 3в).

На месторождении Антонио установлена вертикальность зональности оруденения. На нижнем уровне преобладают серно-колчеданные руды с содержаниями $Zn < 0,5\%$ и $Cu < 0,3\%$. Выше залегают медно-цинковые колчеданные руды с содержанием Cu 1—12% и Zn от 1% до более чем 10%. На самом верхнем уровне расположены существенно медные руды с содержанием Cu 0,3—2% и $Zn < 0,5\%$. Мощность зон составляет примерно первый десятки метров. Границы зон постепенные.

Оруденение месторождения Лос-Серрос (*Los Cerros*) главным образом связано с силицификацией вулканических пород. Месторождение состоит из двух массивных сульфидных залежей мощностью 1—3 м, длиной 100 м по простиранию и 80 м по падению. Для месторождения характерен галенит и вкрапленные структуры руд (рис. 3г).

На месторождении распространены покровы и силлы кислых и основных пород. Центральная зона представлена покровами базальтов и лавобрекчий. Породы гидротермально изменены и представлены серицитовыми, пиритовыми, гематитовыми и баритовыми метасоматитами. Наибольшая рудоносность намечается для вкрапленных руд, в зоне которых пройдена шахта Лос-Серрос. Оруденение имеет местное значение.

Рудопроявление Эль-Соль (*El Sol*) мало изучено, хотя известно, что в 1927 году американская компания вела здесь добычу меди. Территория охватывает 3,2 км². В 1997 г. геолого-разведочные работы провела канадская компания «Holmer Gold Mines Limited». Были пробурены три скважины и получены рудные содержания меди (0,74%), цинка (10%) и серебра (0,3 г/т).

На рудопроявлении Бока-дель-Торо (*Boca del Toro*) описаны покровы базальтов и андезитодацитов и дайки кислого и основного состава [6]. В центре участка отмечена интрузия гранодиорит-

порфиров. Выделена зона метасоматитов, которая пересекает весь участок с общим направлением север-северо-запад. Отмечены малахит, азурит и барит. Максимальные содержания меди (0,8%), цинка (1,05%) и золота (0,6 г/т).

Приведенные данные показывают, что колчеданные руды рассмотренных объектов имеют сходный минеральный состав и текстуры. Отдельно стоит отметить кристаллические зернистые пиритовые руды месторождения Сан-Фернандо и колломорфные — Антонио.

Также есть существенные различия в сравниваемых объектах по содержанию основных и попутных компонентов Cu , Zn , Au и Ag . Для рудопроявлений характерны низкие содержания благородных металлов, составляющие до 1 г/т Ag и Au и бедные руды Cu и Zn . Для месторождения Антонио и Индэпэндэнсия характерны средние содержания серебра и низкие концентрации золота.

Необходимо отметить заметные колебания Au/Ag для разных объектов (табл. 2). Закономерно, что для Сан-Фернандо и Индэпэндэнсия Au/Ag близкие и относительно высокие, а для Антонио и Лос-Серрос на порядок меньше.

Для сравнения проведен корреляционный анализ (рис. 5), на рисунке показана корреляционная матрица медь-цинк-свинец-золото-серебро.

Несмотря на небольшое число определений по Индэпэндэнсия и Лос-Серрос, можно отметить некоторые геохимические закономерности. На месторождениях Сан-Фернандо, Антонио и Лос-Серрос установлена высокая положительная корреляция Pb и Zn (K_k 0,7), а для Сан-Фернандо, Индэпэндэнсия и Антонио также высокая положительная связь Zn и Au (K_k 0,7) (табл. 3). Руды Индэпэндэнсия отличаются практически отсутствием и даже обратными связями Zn и Pb с Au . Для других объектов имеется положительная связь Zn с Au .

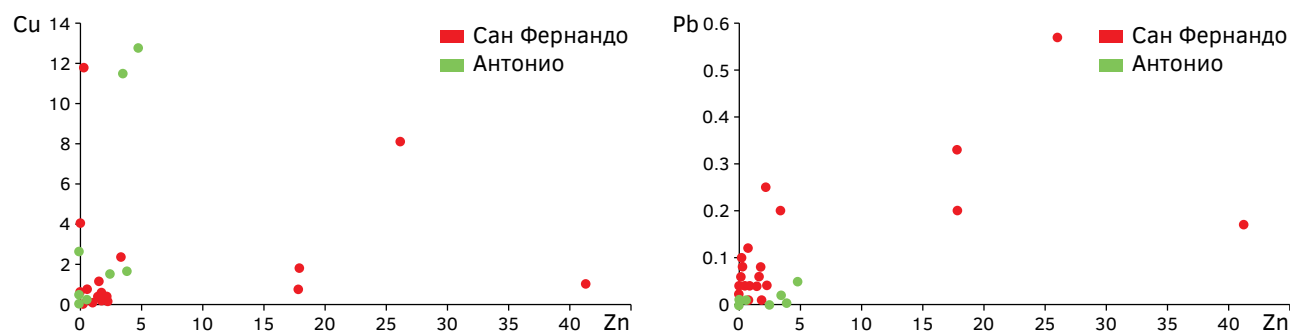


Рис. 5. Соотношение содержаний меди, цинка и свинца в колчеданных рудах Центральной Кубы
Fig. 5. Ratio of copper, zinc and lead contents in pyrite ores of Central Cuba

Таблица 3. Матрица коэффициентов корреляции элементов колчеданных месторождений центральной Кубы
Table 3. Matrix of correlation coefficients of elements of pyrite deposits of Central Cuba

Сан-Фернандо, 50 проб		Pb	Zn	Cu	Ag	Au
	Pb	1				
	Zn	0,692016	1			
	Cu	0,428602	0,288814	1		
	Ag	0,513944	0,843473	0,267543	1	
Индэпэндэнсиа, 7 проб	Au	0,421277	0,381409	0,288509	0,249104	1
		Pb	Zn	Cu	Ag	Au
	Pb	1				
	Zn	0,039778	1			
	Cu	0,11675	0,974667	1		
Антонио, 33 пробы	Ag	-0,38375	0,678194	0,544542	1	
	Au	-0,47998	0,624498	0,508094	0,982581	1
		Pb	Zn	Cu	Ag	Au
	Pb	1				
	Zn	0,713083	1			
Лос-Серрос, 7 проб	Cu	0,869041	0,826591	1		
	Ag	0,525783	0,822877	0,689824	1	
	Au	0,398569	0,837602	0,66223	0,870212	1
		Pb	Zn	Cu	Ag	Au
	Pb	1				
	Zn	0,919979	1			
	Cu	0,573926	0,783371	1		
	Ag	0,345228	0,03119	-0,01402	1	
	Au	0,843107	0,605421	0,327217	0,772606	1

Относительно высокое Au/Ag отношение и отсутствие корреляции Au с Zn на месторождениях Сан-Фернандо и Антонио, возможно, указывают на перераспределение и концентрацию благородных металлов после формирования колчеданных руд. В какой-то мере Au и Ag минерализация напоминает месторождения Венесуэлы [1].

В целом распределение свинца, цинка, меди, золота, серебра в районе Центральной Кубы отражает широтную металлогеническую зональность. С запада на восток имеет место замещение цинково-медных колчеданных месторождений на медно-свинцово-цинковые. Присутствие барита на востоке, существенно разные Au/Ag отношения в рудах Сан-Фернандо, Индэпэндэнсиа (западная и центральная части района), Антонио и Лос-Серрос (восточный фланг) указывают на разный эрозионный срез блоков района. Отсутствие связей благородных металлов и халькофильных металлов в Сан-Фернандо, Антонио и Лос-Серрос, приуроченность золотой минера-

лизации к тектоническим зонам в Сан-Фернандо, присутствие на этом объекте жильных и штокерковых меднорудных тел явно указывают на присутствие самостоятельных золоторудных объектов. Следовательно, в районе можно предполагать наличие скрытого благороднометалльного оруденения.

Выводы

1. Намечена широтная зональность колчеданного и благородного металльного оруденения рудного района Центральной Кубы. На западе преобладают медно-колчеданные месторождения с сопутствующими золоторудными объектами. На востоке распространены медно-цинковые колчеданные месторождения с баритом и золото-серебряными объектами.

2. Необходимо предполагать соответствующий различный эрозионный срез блоков меловой вулканической дуги Центральной Кубы. На западе он больше, на востоке меньше.

3. На основании прожилковых руд золота, приуроченности их к тектоническим зонам и отсутствия корреляции между благородными и халькофильными металлами на месторождении Сан-Фернандо, а также существенно разными золото-серебряными отношениями в рассмотренных рудных объектах, можно предположить, что часть золото-сере-

бряных руд формировалась после колчеданных. Отмечается отношение Au/Ag для руд типа high sulfidation (высокосульфидные руды) сходных рудных районов Венесуэлы и Курильской островной дуги [1]. В этой связи можно ожидать скрытые месторождения золота на западе и золото-серебряные на востоке исследованного района.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Г.Ю. Метасоматические кварциты золото-рудных полей и их рудоносность // Геологический вестник. Электронный журнал компании «Полиметалл». 2018. № 4. С. 30—36.
2. Волчков А.Г. Палеовулканизм Баймакского района и структурная позиция и золото-колчеданных месторождений (Юж. Урал): автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 1975. 25 с.
3. Гальардо Эупьерье Э., Родригес Г. и др. Геологическое обобщение и металлогенический прогноз свита Лос-Пасос. Итоговый отчет (не опубликовано). Национальное управление минеральных ресурсов. 2002. 81 с.
4. Де ла Нуэс Колон Д. Вертикальная минеральная зональность колчеданного месторождения Сан-Фернандо (Куба) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020. № 63 (1). С. 30—38. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-30-38>
5. Дергачев А.Л. Эволюция вулканогенного колчеданообразования в истории Земли: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 2010. 58 с.
6. Дэльгадо С. и др. Медный предварительный обзорный отчет Антонио — Индэпэндэнсиа (не опубликовано). Национальное управление минеральных ресурсов. Куба. 1991. 81 с.
7. Зелепугин В.Н., Диас де Бийальбийя Л. Петрология вулканических пород в центре Кубы. 1982. 125 с.
8. Итурральде-Бинэнт М. (редактор). Сборник геологии Кубы и Карибского бассейна. 2-е изд. DVD-ROM. Редакция CITMATEL, Гавана, Куба. 2012.
9. Лаверов Н.П., Бугельский Ю.Ю., Васкес О., Григорьев И.И. и др. Рудные месторождения Кубы. М.: Наука, 1985. 245 с.
10. Пушчаровский Ю. и др. (ред.). Геологическая карта Республики Куба Масштаб 1: 250 000, Академия наук Кубы, СССР и др. 1988, 42 листа.

REFERENCES

1. Akimov G.Yu. Metasomatic quartzites of gold ore fields and their ore content // Geological Bulletin. The electronic journal of the company "Polymetal". 2018. No 4 (December). P. 30—36 (In Russian).
2. Volchkov A.G. Paleovolcanism of the Baymak region and the structural position, and gold-pyrite deposits. (South Ural): Dr. of Geological and Mineralogical Sciences. Moscow, 1975. 25 p. (In Russian).
3. Gallardo Eupierre E., Rodriguez G.I., et al. Geological generalization and metallogenic forecast is the Los Pocos retinue. Final report. Unpublished. National Mineral Resources Office (ONRM). 2002. P. 21.
4. De La Nuez Colón D. Vertical mineral zonality of the San Fernando volcanogenic massive sulphide deposit. Cuba. Proceeding of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2020. No 63 (1). P. 30—38. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-30-38>
5. Dergachev A.L. The evolution of volcanogenic pyrite formation in the history of the Earth: Dr. of Geological and Mineralogical Sciences. Moscow, 2010. 58 p. (In Russian).
6. Delgado S., et al. Copper preliminary review report Antonio — Independencia. National Mineral Resources Office (ONRM). Cuba. 1991. 81 p.
7. Zelepuguin V.N., Díaz de Villalvilla L. Petrology of volcanic rocks in the center of Cuba. Unpublished. National Mineral Resources Office (ONRM). 1982. Report. 125 p. (In Russian).
8. Iturralde-Vinent M. (editor). Compendium of Geology of Cuba and the Caribbean. Second edition. DVD-ROM. Editorial CITMATEL, Havana, Cuba. 2012.
9. Laverov N.P., Byguelsky Y.Y., Vazquez O., Grigorieva I.I., et al. Ore deposits of Cuba. Moscow: Nauka, 1985. 245 p. (In Russian).
10. Pushcharovsky Yu. Et al. (Ed.). Geological map of the Republic of Cuba Scale 1: 250,000, Academy of Sciences of Cuba, USSR, etc. 1988, 42 sheets (In Russian).

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Де ла Нуэс Колон Д. — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Санта Крус Пачэко М. — подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Deysy De la Nuez Colon — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

Maria Santa Cruz Pacheco — prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Де ла Нуэс Колон Дэйси* — стажер кафедры геологии месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе». Исследователь Геологического института Кубы. 23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия 1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба
е-mail: deysydelanuez2015@gmail.com
тел.: 8 (985) 647-63-68
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-2556>

Санта Крус Пачэко Мария — исследователь Геологического института Кубы. 1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба
е-mail: cubaigp@gmail.com

Deysy De la Nuez Colon* — trainee of Department of Mineral Deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), Researcher of Institute of Geology and Paleontology. (IGP). Cuba geological service. 23 Mikluho-Maklay St., Moscow 117997, Russia Via Blanca and Railroad Line. San Miguel del Padrón. Havana. Cuba
е-mail: deysydelanuez2015@gmail.com
tel.: 8 (985) 647-63-68
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-2556>

Maria Santa Cruz Pacheco Sarlabous — Researcher of Institute of Geology and Paleontology (IGP). Cuba geological service. Vía Blanca No. 1002 e/ Línea del Ferrocarril y Ctra. Central, San Miguel del Padrón, La Habana. Cuba
е-mail: cubaigp@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author