



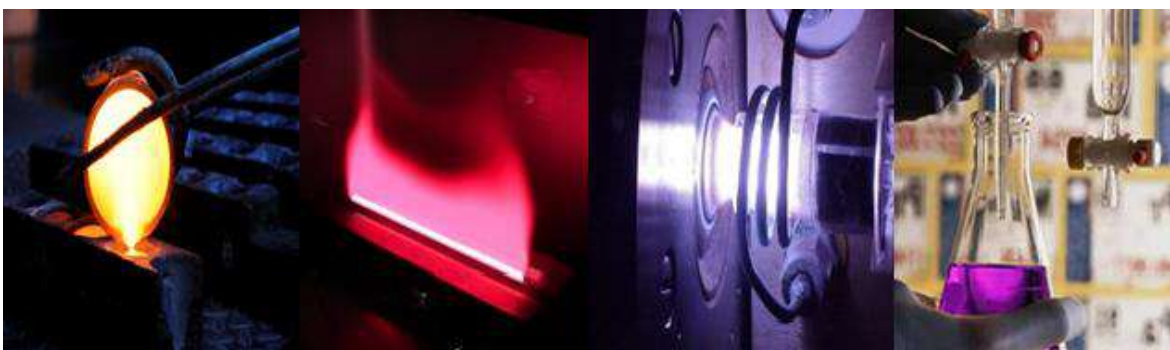
---

**INFORME**

**3° ENSAYO DE APTITUD EN MINERAL DE COBRE**

**IN-RDA-01-19-MCU**

**MAYO 2019**



**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, ESTANDARIZACION Y METROLOGÍA LTDA.**

Av. Pedro Aguirre Cerda #8366, Antofagasta-Chile

Fono: 55-2893428, correo: [ventas@intem.cl](mailto:ventas@intem.cl), sitio web: [www.intem.cl](http://www.intem.cl)



---

## INDICE

1.	Introducción .....	1
2.	Antecedentes Generales.....	1
3.	Laboratorios Participantes.....	1
4.	Descripción de las Muestras .....	2
5.	Identificación de las Muestras .....	2
6.	Preparación de las Muestras.....	3
7.	Test de Homogeneidad.....	3
8.	Declaración de la Confidencialidad .....	3
9.	Requerimientos de Análisis.....	3
10.	Resultados de análisis .....	3
10.1	Mineral de Cobre IN-410.....	4
11.	Análisis Estadístico para el Ensayo de Aptitud.....	6
12.	Evaluación del desempeño de los laboratorios.....	6
13.	Valores Asignados .....	7
13.1	Mineral de Cobre IN-410.....	7
14.	Resultados del desempeño de los laboratorios .....	7
14.1	Mineral de Cobre IN-410.....	8
15.	Comentarios.....	13
15.1	Mineral de Cobre IN-410.....	13
16.	Conclusiones.....	15
17.	Recomendaciones .....	15
18.	Anexos.....	15
19.	Referencias.....	15
20.	Responsables .....	16

## 1. Introducción

Para que un laboratorio sea considerado competente, es necesario demostrar su capacidad técnica y asegurar la confiabilidad de sus resultados. Un determinado laboratorio debe demostrar con evidencia objetiva que los resultados analíticos que informa, son aceptables para los requerimientos a los cuales están destinadas dichas mediciones. Mediante la participación en Ensayos de Aptitud, es posible verificar estas competencias y tener pruebas objetivas del desempeño del laboratorio.

La Norma ISO 17043 proporciona los requisitos generales para el desarrollo y la operación de los programas de ensayos de aptitud. La mayoría de estos programas, también conocidos como Ensayo de Intercomparación o Round Robin, comparten como característica común, la comparación de los resultados de ensayos o medición obtenidos por dos o más laboratorios y permite evaluar la habilidad de los laboratorios para efectuar ensayos en forma competente. Esto puede incluir evaluaciones por los mismos laboratorios, por sus clientes o por otras partes, tales como los organismos de acreditación o fiscalizadores. Por lo tanto, complementa los procedimientos internos de control de la calidad de los laboratorios, al proporcionar una medida externa de su capacidad de ensayo. Tener la confianza que un laboratorio de ensayo o la calibración obtiene resultados confiables en forma consistente es de importancia primordial para los usuarios de los servicios del laboratorio.

Adicionalmente, la participación en un ensayo de aptitud permite a los laboratorios obtener otros beneficios tales como:

- Evaluar y comparar el desempeño individual del laboratorio respecto de otros laboratorios participantes.
- Permite identificar deficiencias o tendencias de los sistemas de medición e introducir mejoras cuando los resultados así lo requieran, siendo corregidos con el fin de garantizar el funcionamiento analítico en un alto nivel y constante en el tiempo.
- Cumplir con los requerimientos de las normativas internacionales (ISO 17025).

El examen de los resultados de la participación de un laboratorio en ensayos de aptitud, sólo puede considerarse como información proporcionada sobre la competencia técnica del laboratorio de ensayo en un momento dado bajo las condiciones específicas del ensayo (o ensayos) involucrados en un programa particular de ensayos de aptitud.

## 2. Antecedentes Generales

El presente informe contiene los resultados del **3° Ensayo de Aptitud en muestras de Mineral de Cobre, IN-RDA-01-19-MCU**, efectuado por el Instituto Nacional de Tecnología, Estandarización y Metrología (INTEM).

## 3. Laboratorios Participantes

El ensayo de aptitud contó con la participación de 31 laboratorios, los cuales se mencionan a continuación:

**AGQ PERU SAC**  
Avenida Santa Rosa 511, Lima- Peru

**ALBEXXUS CÍA. LTDA.**  
AV. Ángel Salvador Ochoa 13-01, Piñas-Ecuador

**C.C.MINERA CANDELARIA**  
Interior puente Ojanco s/n, Tierra Amarilla, Copiapo-Chile

**FRX SERVICE LTDA**  
Avenida Beira Rio, 10245, Distrito Industrial Simão da Cunha,  
Santa luzia-Brasil

**ALEX STEWART ASSAYERS ARGENTINA S.A.**  
Rodríguez Peña 1140, Luzuriaga, Mendoza-Argentina

**ALFRED H. KNIGHT**  
Av. Industrial 8260, Antofagasta-Chile

**ALFRED H KNIGHT INT CHILE LTDA**  
Block B dpto 13 Poblacion Recsi, Salamanca-Chile

**BACHELET LABORATORIES**  
Avenue Pré Aily 26, Angleur-Bélgica.

**BUREAU VERITAS CHILE - CALAMA**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**BUREAU VERITAS CHILE - CASERONES**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**BUREAU VERITAS CHILE - COQUIMBO**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**BUREAU VERITAS CHILE-IQUIQUE**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**BUREAU VERITAS CHILE - LA NEGRA AFTA**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**BUREAU VERITAS CHILE - SANTIAGO**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**CERTIMIN S.A.**  
Av. Las Vegas 845, San Juan de Miraflores, Lima-Perú.

**CESMEC S.A.**  
Av. Marathon 2595, Santiago- Chile

**COMPAÑÍA MINERA ANTAPACCAY**  
Oswaldo Baca I-14 urb. Magisterio, Cusco-Peru

**COMPAÑÍA MINERA LAS BAMBAS**  
Av. el Derby Nro. 055 (Torre 3, Piso 9), Surco, Lima-Peru

**INGEPROMIN S.A**  
Barros Arana N° 1509, Tocopilla-Chile

**IMPALA TERMINALS PERU S.A.C.**  
AV. ATALAYA 313 callao, Lima-Peru

**INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C.**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

**KW QUIMICA GERMANA SAC**  
Las Fabricas Mz B lote 20-A, Lima-Peru

**LABORATORIOS ANALÍTICOS DEL SUR EIRL**  
Parque Industrial Rio Seco C-1, Arequipa-Peru

**LABORATORIO METALAB LTDA.**  
Avenida Central #681, Quilicura, Santiago- Chile

**SOLUCIONES ANALÍTICAS SPA ( SAX)**  
Los Alerces 2714, Ñuñoa-Santiago.

**SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.**  
Asiento Minero Cerro Verde s/n Uchumayo, Arequipa-Perú.

**UNIDAD MINERA ATACCOCHA - INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

**UNIDAD MINERA CERRO LINDO - INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

**UNIDAD MINERA CONSTANCIA - INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

**UNIDAD MINERA EL PORVENIR - INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

**UNIDAD MINERA MOROCOCHA - INSPECTORATE SERVICES PERÚ SAC**  
Av. Elmer Faucett 444 (Zona Industrial) Prov. Const. Del Callao – Perú.

#### **4. Descripción de las Muestras**

Las muestras corresponden a un Mineral de Cobre cuyos principales constituyentes son: CuT, Cu Soluble, As, Fe, Zn, Pb, Ag, Mo, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, Co, Mn y Au

#### **5. Identificación de las Muestras**

Todos los laboratorios recibieron las mismas muestras codificadas individualmente, las cuales fueron identificadas como se indica a continuación:

---

**Mineral de Cobre IN-410**

1. IN-410-XX
2. IN-410-XX
3. IN-410-XX
4. IN-410-XX

XX: Corresponde al número de sobre enviado a un determinado laboratorio.

**6. Preparación de las Muestras**

Se seleccionaron 50 kg de cada material, de una zona específica de la mina para representar una matriz definida y con niveles de concentración de los elementos de interés adecuados al propósito del ensayo de aptitud. La muestra fue secada a  $105\pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante, chancada y pulverizada con granulometría tal que se encuentre 100% <200# Ty (200 ASTM), homogeneizada y envasada en sobres de polietileno aluminizados sellados al vacío en atmósfera de gas inerte.

**7. Test de Homogeneidad**

La evaluación de homogeneidad se realizó utilizando un número de 18 unidades, seleccionadas aleatoriamente. El test de homogeneidad aplicado está de acuerdo a norma ASTM E 826-81; "Testing Homogeneity Of Materials For The Development Of Reference Materials", lo cual permite determinar la homogeneidad del material de referencia mediante test estadístico para determinar las posibles diferencias dentro de cada uno de los frascos y entre cada uno de ellos.

El estudio de homogeneidad se realizó en base a la determinación de Cobre, mediante técnica de espectroscopia de absorción atómica de llama. A partir de los resultados obtenidos se realizó un estudio de variabilidad entre y dentro de las muestras ensayadas. El test de homogeneidad indica que no hay diferencias significativas, por lo cual se concluye que a un nivel de confianza del 95%, existe una distribución homogénea del elemento Cu presente en el material de referencia.

**8. Declaración de la Confidencialidad**

Los resultados obtenidos por los participantes y la información entregada por los mismos, serán mantenidos bajo confidencialidad. INTEM, entregó a cada laboratorio participante un código, con el que hicieron llegar sus resultados (ej. **IN-RDA01-19-XXX**).

**9. Requerimientos de Análisis**

Cada Laboratorio recibió las instrucciones para la realización de los análisis requeridos para cada muestra, de acuerdo a solicitud de análisis presentada en **Anexo N° 1; "Solicitud de análisis"**. Los métodos usados por cada laboratorio se describen en **Anexo N°2; "Métodos de Análisis"** del presente informe.

**10. Resultados de análisis**

A continuación, en tabla N°1 se señalan los resultados provenientes de los distintos laboratorios participantes. Los datos fueron ingresados de acuerdo a lo reportado por cada laboratorio. Existen laboratorios que no entregaron toda la información por no tener implementadas las metodologías o bien, no ser parte de su rutina.

10.1 Mineral de Cobre IN-410

Material de Cobre IN-410												
Laboratorio	Cu (%)	CuS (%)	Fe (%)	CO3 (%)	Zn (g/T)	Au (g/T)	Ag (g/T)	As (g/T)	Pb (g/T)	Mo (g/T)	Mn (g/T)	Co (g/T)
IN-RDA01-19-001	1.699	---	1.970	---	773.9	---	21.4	38.0	80.7	77.7	146.4	3.4
	1.703	---	1.960	---	786.2	---	21.4	38.1	78.1	84.0	145.5	3.3
	1.701	---	1.967	---	773.5	---	21.5	38.7	79.3	79.9	147.0	3.7
	1.698	---	1.975	---	768.4	---	21.6	37.3	82.7	87.3	149.1	3.6
IN-RDA01-19-002	1.728	0.447	1.905	---	758.1	0.036	20.3	<40.0	116.8	88.0	---	---
	1.722	0.448	1.899	---	760.1	0.036	20.7	<40.0	115.6	89.0	---	---
	1.719	0.447	1.898	---	756.0	0.034	20.7	<40.0	117.7	90.0	---	---
	1.717	0.452	1.897	---	753.3	0.035	20.7	<40.0	116.7	90.0	---	---
IN-RDA01-19-003	1.703	---	1.862	---	774.0	0.035	24.3	---	170.0	---	124.0	---
	1.745	---	1.876	---	774.0	0.035	24.2	---	174.0	---	127.3	---
	1.722	---	1.852	---	767.3	0.030	24.5	---	183.3	---	125.3	---
	1.732	---	1.877	---	773.3	0.033	24.5	---	185.3	---	126.0	---
IN-RDA01-19-005	1.561	---	2.050	---	800.0	---	20.995	---	110.0	---	---	---
	1.555	---	2.052	---	790.0	---	20.995	---	110.0	---	---	---
	1.560	---	2.039	---	790.0	---	20.964	---	110.0	---	---	---
	1.560	---	2.052	---	780.0	---	20.995	---	110.0	---	---	---
IN-RDA01-19-006	1.594	0.410	2.041	---	660.6	0.040	21.2	---	132.3	72.8	---	---
	1.607	0.408	2.084	---	678.9	0.043	21.5	---	120.2	73.5	---	---
	1.625	0.402	2.056	---	710.7	0.040	21.6	---	122.1	65.3	---	---
	1.594	0.407	2.042	---	688.2	0.041	21.4	---	118.0	65.1	---	---
IN-RDA01-19-007	1.673	---	2.052	---	763.0	---	20.6	---	106.5	---	141.6	---
	1.705	---	2.068	---	765.0	---	20.5	---	113.8	---	132.2	---
	1.671	---	2.051	---	744.0	---	20.2	---	95.6	---	136.4	---
	1.686	---	2.039	---	755.0	---	20.6	---	99.4	---	138.5	---
IN-RDA01-19-008	1.616	---	1.844	---	749.7	0.041	21.2	---	110.1	---	---	---
	1.606	---	1.849	---	748.2	0.042	21.1	---	106.0	---	---	---
	1.605	---	1.863	---	747.1	0.042	21.1	---	113.3	---	---	---
	1.607	---	1.860	---	748.7	0.041	21.2	---	103.7	---	---	---
IN-RDA01-19-009	1.593	---	2.012	---	752.6	<0,05	---	---	90.1	---	---	---
	1.603	---	2.040	---	742.6	<0,05	---	---	91.0	---	---	---
	1.593	---	2.048	---	760.0	<0,05	---	---	92.6	---	---	---
	1.588	---	2.016	---	748.5	<0,05	---	---	90.3	---	---	---
IN-RDA01-19-010	1.667	---	1.478	---	762.5	---	---	---	144.5	---	---	---
	1.672	---	1.478	---	760.0	---	---	---	146.2	---	---	---
	1.667	---	1.484	---	765.0	---	---	---	142.2	---	---	---
	1.662	---	1.489	---	755.1	---	---	---	144.9	---	---	---
IN-RDA01-19-011	1.666	0.393	1.998	0.139	762.0	<0,05	20.4	---	77.5	86.8	---	---
	1.667	0.393	1.989	0.133	763.1	<0,05	20.4	---	77.4	86.3	---	---
	1.670	0.393	1.984	0.127	759.2	<0,05	20.4	---	76.6	87.8	---	---
	1.662	0.394	1.982	0.122	770.5	<0,05	20.4	---	76.0	86.3	---	---
IN-RDA01-19-012	1.679	---	2.064	---	757.0	---	---	---	---	88.5	---	---
	1.689	---	2.092	---	758.0	---	---	---	---	87.7	---	---
	1.665	---	2.118	---	761.0	---	---	---	---	89.9	---	---
	1.700	---	2.090	---	757.0	---	---	---	---	89.5	---	---
IN-RDA01-19-013	1.653	---	1.949	---	---	---	---	---	---	87.1	---	---
	1.664	---	1.957	---	---	---	---	---	---	87.2	---	---
	1.659	---	1.951	---	---	---	---	---	---	84.8	---	---
	1.654	---	1.954	---	---	---	---	---	---	86.9	---	---
IN-RDA01-19-014	1.668	---	2.220	---	759.5	<0,2	20.9	44.2	---	---	---	---
	1.657	---	2.240	---	757.0	<0,2	20.6	48.6	---	---	---	---
	1.678	---	2.190	---	764.7	<0,2	20.2	50.1	---	---	---	---
	1.654	---	2.132	---	756.1	<0,2	20.3	47.7	---	---	---	---

Tabla N°1 (Continúa)



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, ESTANDARIZACION Y METROLOGÍA LTDA.

Av. Pedro Aguirre Cerda #8366, Antofagasta-Chile

Fono: 55-2893428, correo: [ventas@intem.cl](mailto:ventas@intem.cl), sitio web: [www.intem.cl](http://www.intem.cl)

IN-RDA01-19-015	--	--	--	--	728.9	--	--	--	227.6	--	--	--
	--	--	--	--	728.5	--	--	--	197.5	--	--	--
	--	--	--	--	732.5	--	--	--	217.9	--	--	--
	--	--	--	--	731.6	--	--	--	221.6	--	--	--
IN-RDA01-19-016	1.698	--	2.157	--	--	--	--	41.4	--	87.0	--	--
	1.704	--	2.123	--	--	--	--	40.9	--	86.6	--	--
	1.692	--	2.142	--	--	--	--	40.7	--	88.5	--	--
	1.691	--	2.223	--	--	--	--	40.9	--	87.3	--	--
IN-RDA01-19-017	1.674	--	2.047	--	--	--	20.6	43.2	80.2	83.8	--	--
	1.675	--	2.040	--	--	--	20.5	46.0	80	84.0	--	--
	1.670	--	2.026	--	--	--	21.3	43.7	78.6	83.7	--	--
	1.665	--	2.045	--	--	--	20.7	45.3	81.4	84.2	--	--
IN-RDA01-19-018	1.629	--	2.226	--	714.2	--	--	30.9	115.0	81.9	--	--
	1.643	--	2.300	--	722.6	--	--	33.3	117.9	82.7	--	--
	1.651	--	2.318	--	734.3	--	--	33.2	119.5	86.2	--	--
	1.633	--	2.263	--	744.4	--	--	31.4	120.3	87.7	--	--
IN-RDA01-19-020	1.653	--	2.28	--	0.085	0.04	--	< 0.04	0.040	--	0.026	< 20 ppm
	1.661	--	2.322	--	0.081	0.03	--	< 0.04	0.038	--	0.022	< 20 ppm
	1.662	--	2.318	--	0.081	0.04	--	< 0.04	0.028	--	0.020	< 20 ppm
	1.648	--	2.306	--	0.081	0.04	--	< 0.04	0.027	--	0.018	< 20 ppm
IN-RDA01-19-021	1.606	--	1.855	--	73.9	--	--	--	--	--	--	--
	1.592	--	1.869	--	73.0	--	--	--	--	--	--	--
	1.595	--	1.861	--	74.4	--	--	--	--	--	--	--
	1.595	--	1.919	--	71.9	--	--	--	--	--	--	--
IN-RDA01-19-022	1.598	--	--	--	--	0.039	20.80	--	--	--	--	--
	1.603	--	--	--	--	0.039	20.96	--	--	--	--	--
	1.603	--	--	--	--	0.042	20.99	--	--	--	--	--
	1.606	--	--	--	--	0.042	20.88	--	--	--	--	--
IN-RDA01-19-023	1.710	0.405	2.446	--	--	--	21.0	20.0	--	83.7	--	--
	1.712	0.407	2.455	--	--	--	21.5	20.2	--	84.9	--	--
	1.727	0.408	2.460	--	--	--	21.7	21.3	--	85.3	--	--
	1.730	0.410	2.491	--	--	--	21.8	21.9	--	86.3	--	--
IN-RDA01-19-024	1.390	1.33	2.171	0.034	687.3	--	20.9	21.2	314.8	74.7	0.032	<8
	1.410	1.37	2.170	0.035	699.2	--	20.4	22.3	323.4	83.1	0.034	<8
	1.430	1.38	2.180	0.033	704.5	--	20.2	21.9	322.7	80.3	0.039	<8
	1.440	1.40	2.210	0.031	701.3	--	21.4	22.6	325.1	77.4	0.031	<8
IN-RDA01-19-025	1.643	--	2.75	--	748.6	0.067	19.9	--	--	--	--	--
	1.647	--	2.98	--	750.1	0.038	19.7	--	--	--	--	--
	1.651	--	2.84	--	748.2	0.040	20.0	--	--	--	--	--
	1.633	--	2.69	--	741.1	0.038	19.5	--	--	--	--	--
IN-RDA01-19-026	2.045	--	3.020	4.936	1045.0	--	--	24.0	1755	508.5	--	--
	2.030	--	2.975	4.950	977.5	--	--	25.0	1850	545.0	--	--
	2.030	--	2.980	5.045	1005.0	--	--	25.0	1770	467.5	--	--
	2.030	--	3.015	4.923	1050.0	--	--	29.0	1940	505.5	--	--
IN-RDA01-19-027	1.63	0.47	2.04	--	--	--	21.0	--	--	0.009	--	--
	1.64	0.46	2.04	--	--	--	20.8	--	--	0.009	--	--
	1.64	0.47	2.04	--	--	--	21.1	--	--	0.009	--	--
	1.63	0.46	2.02	--	--	--	20.8	--	--	0.008	--	--
IN-RDA01-19-028	1.694	--	2.107	--	765.1	--	20.5	40.1	269.7	136.5	286.8	--
	1.677	--	2.213	--	773.7	--	20.6	34.7	278.7	133.9	289.8	--
	1.687	--	2.138	--	768.2	--	21.1	37.4	260.8	136.9	284.4	--
	1.699	--	2.125	--	762.1	--	21.2	36.4	281.2	129.4	286.9	--
IN-RDA01-19-029	1.648	0.445	2.031	988.3	753.9	0.037	20.0	31.7	91.5	83.5	--	--
	1.659	0.449	2.035	944.4	748.1	0.034	20.0	31.9	92.3	83.6	--	--
	1.631	0.439	2.025	980.5	753.6	0.038	20.2	32.2	91.7	83.2	--	--
	1.658	0.436	2.040	1009.7	733.6	0.036	20.0	31.9	91.3	85.2	--	--
IN-RDA01-19-030	1.568	0.447	1.966	0.988	--	--	23.141	--	--	--	--	3.430
	1.583	0.444	2.017	0.876	--	--	21.568	--	--	--	--	3.732
	1.591	0.443	1.986	0.867	--	--	21.214	--	--	--	--	3.720
	1.607	0.442	1.977	0.870	--	--	21.426	--	--	--	--	3.462
IN-RDA01-19-031	1.645	0.458	1.791	--	760.4	0.05	21.7	35.4	82.7	82.6	128.9	3.2
	1.652	0.454	1.803	--	774.4	0.04	21.9	32.9	82.0	82.1	128.7	3.2
	1.650	0.445	1.824	--	771.0	0.04	21.9	32.1	82.2	81.5	128.4	3.3
	1.647	0.458	1.822	--	779.5	0.05	22.0	33.9	82.4	82.0	128.1	3.3
IN-RDA01-19-032	1.567	0.486	2.007	--	692.9	0.1	20.2	31.7	281.7	84.6	116.4	3.4
	1.562	0.496	2.066	--	693.2	0.1	19.8	31.5	280.7	86.4	117.7	3.5
	1.561	0.490	2.075	--	692.7	0.1	20.0	31.5	280.3	87.8	118.2	3.6
	1.569	0.487	2.035	--	694.4	0.1	20.7	31.9	281.0	84.2	115.3	3.4
IN-RDA01-19-033	1.586	--	1.967	--	--	--	20.0	--	--	91.7	--	--
	1.588	--	1.957	--	--	--	20.3	--	--	95.6	--	--
	1.584	--	1.961	--	--	--	20.1	--	--	93.5	--	--
	1.589	--	1.968	--	--	--	20.3	--	--	95.0	--	--

Tabla N° 1

## 11. Análisis Estadístico para el Ensayo de Aptitud

Las suposiciones subyacentes de la estadística paramétrica residen en suponer la normalidad en la distribución de los datos. Este es quizás el principal interés en no aplicar estimadores convencionales en favor de métodos estadísticos robustos para la evaluación de programas de ensayos de aptitud de datos, lo que proporciona una poderosa herramienta por medio de la realización de los cálculos ampliamente adoptadas en la norma International Standard ISO 13528, "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons, que se ocupa de los métodos estadísticos para su uso en ensayos de aptitud para comparaciones interlaboratorios.

Es sabido que el uso de los valores medios en la evaluación de los cálculos de pruebas de eficiencia tiene una pobre estabilidad al considerar el efecto de los valores atípicos (outliers), por lo que la aplicación de métodos robustos de estimación es recomendada. En muchos de los campos de aplicación cubiertos por las estadísticas de inter-comparación, en ocasiones no es de crítica importancia las estimaciones desde el enfoque clásico, pero en ciertos casos debe ser tenido en cuenta, en particular cuando la determinación involucra un material complejo o cuando la diversidad en el origen de los laboratorios participantes no es despreciable.

En el desarrollo de esta comparación entre laboratorios, el protocolo estadístico se llevó a cabo para lograr la estimación tanto del valor verdadero como de la desviación estándar del Ensayo de Aptitud. De acuerdo con esto, se ha considerado un enfoque estadístico con el fin de evaluar los resultados analíticos recibidos desde los participantes y a partir de los resultados, determinar el más adecuado a ser usado en la evaluación del desempeño de los laboratorios, como le es la aplicación de estadística robusta, usando la mediana y por medio del algoritmo A como se describe en la norma ISO 13528.

## 12. Evaluación del desempeño de los laboratorios

La evaluación del desempeño de los laboratorios participantes se realizó de acuerdo con los procedimientos aceptados internacionalmente. Se utilizó como criterio el cálculo del parámetro "z", definido de la siguiente manera:

$$z = (x_{1/2} - x_{ref}) / S$$

$x_{1/2}$  : Promedio para cada laboratorio =  $\sum x_i / r$

$x_{ref}$  : Valor Asignado a la concentración del analito de la muestra enviada. En este caso se corresponde a la media robusta (Alg A).

$x_i$  : Valores individuales de cada laboratorio

$r$  : Número de replicados informados

$S$  : Desviación estándar (estimador de la reproducibilidad o varianza entre laboratorios).

Este último parámetro es obtenido mediante tratamiento estadístico, es decir, representa el desvío estándar de los datos estadísticamente aceptables.

De acuerdo con la definición dada, es posible clasificar a los laboratorios de la siguiente forma:

$[z] \leq 2$	Satisfactorio
$2 < [z] < 3$	Cuestionable
$[z] \geq 3$	No satisfactorio



### 13. Valores Asignados

En tabla N°2, se resume el número de laboratorios totales como aquellos que han sido considerados en la evaluación. Se entrega para cada elemento, el valor de consenso asignado, desviación estándar ( $\approx 1\sigma$ ) y su respectivo % ER obtenidos del tratamiento estadístico al aplicar Alg A.

Se han descartado de todo proceso de evaluación, de acuerdo a norma ISO 13528, aquellos valores blunders (errores groseros), los cuales son mencionados en el punto 16 del presente informe.

#### 13.1 Mineral de Cobre IN-410

En la tabla N° 2. Se señalan los elementos considerados en la ronda como son; Cobre, Cobre soluble, Hierro, Plata, Arsénico, Oro, Cobalto, Manganeso, Molibdeno, Plomo y Zinc en el mineral identificado como **IN-410** con su unidad de concentración respectiva. Se resume el número de laboratorios participantes y aquellos que han sido considerados en la evaluación Se entrega el valor de consenso, desviación estándar ( $\approx 1\sigma$ ) y el %ER para el elemento obtenidos del tratamiento estadístico al aplicar **Alg.**

Mineral de IN-410						
Parámetro Analítico	Nro. Laboratorios Reportados	Nro. Laboratorios evaluados	Unidad	Valor Asignado (Alg A)	DSR ( $\approx 1$ )	% ER
Ag	21	21	g/T	20.9	0.7	0.92
As	14	12	g/T	34	9	9.95
Au	13	9	g/T	0.039	0.005	4.85
Zn	23	21	g/T	755	18	0.65
Co	6	4	g/T	3.4	0.2	3.83
Cu	30	28	%	1.647	0.054	0.77
CuS	10	9	%	0.439	0.033	3.15
Fe	29	25	%	2.03	0.12	1.48
Mn	8	5	g/T	131	13	5.56
Mo	18	15	g/T	85	4	1.38
Pb	20	19	g/T	129	51	11.27

Tabla N°2

### 14. Resultados del desempeño de los laboratorios

En las siguientes tablas, se presentan los resultados indicadores de rendimiento a través del Z-score para el Mineral de Cobre. En **anexo N°3**, se representan gráficamente los resultados de cada laboratorio.

## 14.1 Mineral de Cobre IN-410

### a) Plata (Ag)

Plata (Ag)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-025	19.8	-1.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	20.0	-1.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-033	20.2	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	20.2	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-011	20.4	-0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	20.5	-0.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-014	20.5	-0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	20.6	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-024	20.7	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	20.8	-0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	20.9	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-027	20.9	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-022	20.9	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-005	21.0	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	21.1	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	21.4	0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	21.5	0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-023	21.5	0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-030	21.8	1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	21.9	1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	24.3	4.9	Insatisfactorio

Tabla N° 3

### b) Arsénico (As)

Arsénico (As)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-023	21	-1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-024	22	-1.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-026	26	-0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	32	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	32	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-018	32	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	34	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	37	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	38	0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-016	41	0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	45	1.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-014	48	1.5	Satisfactorio

Tabla N° 4

## c) Oro (Au)

Oro (Au)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-003	0.0	-1.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	0.0	-0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	0.0	-0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-020	0.0	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-022	0.0	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	0.0	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	0.0	0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	0.0	0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-025	0.0	1.4	Satisfactorio

Tabla N°5

## d) Cinc (Zn)

Cinc (Zn)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-006	685	-4.0	Insatisfactorio
IN-RDA01-19-032	693	-3.5	Insatisfactorio
IN-RDA01-19-024	698	-3.2	Insatisfactorio
IN-RDA01-19-018	729	-1.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-015	730	-1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-025	747	-0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	747	-0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	748	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-009	751	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	757	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	757	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-012	758	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-014	759	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-010	761	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-011	764	0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	767	0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	771	0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	772	0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	776	1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-005	790	1.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-020	820	3.6	Insatisfactorio

Tabla N°6

**d) Cobalto (Co)**

<b>Cobalto (Co)/ IN-410</b>			
<b>Laboratorio</b>	<b>Promedio</b>	<b>z-score</b>	<b>Resultado</b>
IN-RDA01-19-031	3.3	-0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	3.5	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	3.5	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-030	3.6	0.7	Satisfactorio

**Tabla N°7**
**e) Cobre (Cu)**

<b>Cobre (Cu)/ IN-410</b>			
<b>Laboratorio</b>	<b>Promedio</b>	<b>z-score</b>	<b>Resultado</b>
IN-RDA01-19-005	1.6	-1.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	1.6	-1.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-033	1.6	-1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-030	1.6	-1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-009	1.6	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-021	1.6	-0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-022	1.6	-0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	1.6	-0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	1.6	-0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-027	1.6	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-018	1.6	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-025	1.6	-0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	1.6	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	1.6	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-020	1.7	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-013	1.7	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-014	1.7	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-011	1.7	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-010	1.7	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	1.7	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-012	1.7	0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	1.7	0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	1.7	0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-016	1.7	0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	1.7	1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-023	1.7	1.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	1.7	1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	1.7	1.5	Satisfactorio

**Tabla N°8**

**f) Cobre Soluble (CuS)**

Cobre Soluble (CuS)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-011	0.4	-1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	0.4	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-023	0.4	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	0.4	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-030	0.4	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	0.4	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	0.5	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-027	0.5	0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	0.5	1.5	Satisfactorio

*Tabla N°9*

**g) Hierro (Fe)**

Hierro (Fe)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-031	1.81	-1.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	1.85	-1.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	1.87	-1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-021	1.88	-1.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	1.90	-1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-013	1.95	-0.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-033	1.96	-0.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	1.97	-0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-030	1.99	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-011	1.99	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-009	2.03	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	2.03	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-027	2.03	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	2.04	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	2.05	0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-005	2.05	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	2.05	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	2.06	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-012	2.09	0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	2.15	1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-016	2.16	1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-024	2.18	1.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-014	2.20	1.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-018	2.28	2.0	Cuestionable
IN-RDA01-19-020	2.31	2.3	Cuestionable

*Tabla N°10*

**h) Manganeso (Mn)**

Manganeso(Mn)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-032	116.9	-1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	125.7	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	128.5	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	135.7	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	147.0	1.2	Satisfactorio

**Tabla N°11**
**i) Molibdeno (Mo)**

Molibdeno (Mo)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-006	69	-4.4	Insatisfactorio
IN-RDA01-19-024	79	-1.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	82	-0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	82	-0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	84	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	84	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-018	85	-0.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-023	85	0.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-032	86	0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-013	87	0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-011	87	0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-016	87	0.6	Satisfactorio
IN-RDA01-19-012	89	1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	89	1.1	Satisfactorio
IN-RDA01-19-033	94	2.4	Cuestionable

**Tabla N°12**
**j) Plomo (Pb)**

Plomo (Pb)/ IN-410			
Laboratorio	Promedio	z-score	Resultado
IN-RDA01-19-011	77	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-017	80	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-001	80	-1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-031	82	-0.9	Satisfactorio
IN-RDA01-19-009	91	-0.8	Satisfactorio
IN-RDA01-19-029	92	-0.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-007	104	-0.5	Satisfactorio
IN-RDA01-19-008	108	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-005	110	-0.4	Satisfactorio
IN-RDA01-19-002	117	-0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-018	118	-0.2	Satisfactorio
IN-RDA01-19-006	123	-0.1	Satisfactorio

**Tabla N°13(Continua)**

IN-RDA01-19-010	144	0.3	Satisfactorio
IN-RDA01-19-003	178	1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-026	183	1.0	Satisfactorio
IN-RDA01-19-015	216	1.7	Satisfactorio
IN-RDA01-19-028	273	2.8	Cuestionable
IN-RDA01-19-032	281	3.0	Cuestionable
IN-RDA01-19-024	322	3.8	Insatisfactorio

**Tabla N°13**

## 15. Comentarios

### 15.1 Mineral de Cobre IN-410

Para efectos de evaluación, no se consideran laboratorios cuyos resultados son menores al límite de cuantificación declarado, sólo con fines prácticos son evaluados como insatisfactorio.

Para el elemento **Plata**, Ag, No se observan datos para ser excluidos de la evaluación.

Para el elemento **Arsénico**, As, los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-002 y IN-RDA01-19-020, son descartados ya que, su límite de cuantificación, no permite expresar valores numéricos para la evaluación estadística.

Para el elemento **Oro**, Au, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-009, IN-RDA01-19-011 y IN-RDA01-19-014 son descartados ya que, su límite de cuantificación, no permite expresar valores numéricos para la evaluación estadística. El laboratorio identificado como; IN-RDA01-19-032 es descartado por ser discrepante de la población de datos.

Para el elemento **Cinc**, Zn, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-021 y IN-RDA01-19-026 son descartados por ser discrepantes de la población de datos.

Para la especie **Carbonato**,  $\text{CO}_3^-$ , No fue evaluado debido a la discrepancia de los datos reportados.

Para el elemento **Cobalto**, Co, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-020, IN-RDA01-19-024 son descartados por ser discrepantes de la población de datos.

Para el elemento **Cobre**, Cu, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-024 y IN-RDA01-19-026 son descartados por ser discrepantes de la población de datos.

Para la determinación de la fracción **Cu soluble**, **CuS**, El laboratorio identificado como; IN-RDA01-19-024 es descartado por ser discrepantes de la población de datos.

Para el elemento **Hierro**, Fe, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-010, IN-RDA01-19-023, IN-RDA01-19-025 y IN-RDA01-19-026 son descartados por ser discrepantes de la población de datos.

Para el elemento **Manganeso**, Mn, el laboratorio identificado como; IN-RDA01-19-028 es descartado por ser discrepante de la población de datos. Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-020 y IN-RDA01-19-024 son descartados por reportar en unidad de concentración no solicitada de acuerdo a carta de análisis.

Para el elemento **Molibdeno**, Mo, Los laboratorios identificados como; IN-RDA01-19-026 y IN-RDA01-19-028 son descartados por ser discrepantes de la población de datos. El laboratorio identificado como; IN-RDA01-19-027 es descartado por reportar en unidad de concentración no solicitada de acuerdo a carta de análisis.

Para el elemento **Plomo**, Pb, El laboratorio identificado como; IN-RDA01-19-020 es descartado por reportar en unidad de concentración no solicitada de acuerdo a carta de análisis.

En tabla N°19, se resume el número de laboratorios satisfactorios, cuestionables y no satisfactorios, para los elementos de; Cobre, Cobre soluble, Hierro, Plata, Arsénico, Oro, Cobalto, Manganeso, Molibdeno, Plomo y Zinc en muestra mineral identificado como; **IN-410**, evaluados mediante el parámetro Z Score en el ensayo de aptitud.

Mineral IN-410			
Elemento	Insatisfactorio	Satisfactorio	Cuestionable
Ag	1	20	---
As	2	12	---
Au	4	9	---
Zn	6	17	---
Co	2	4	---
Cu	2	28	---
CuS	1	9	---
Fe	4	23	2
Mn	3	5	---
Mo	4	13	1
Pb	2	16	2

Tabla N°14

En tabla N°20 se detallan los % CV mínimos, máximos y el promedio, para **IN-MR-410**, reportados para cada uno de los elementos de todos los laboratorios considerados en la evaluación estadística.

Mineral IN-410			
Parámetro Analítico	%CV (Mínimo)	%CV (Máximo)	%CV PROMEDIO (inicial)
Ag	0.00	4.04	1.08
As	0.61	8.61	3.46
Au	1.39	31.03	8.32
Zn	0.11	3.04	0.92
Co	1.90	5.22	3.60
Cu	0.13	1.03	0.46
CuS	0.13	1.35	0.81
Fe	0.18	2.17	0.90
Mn	0.27	2.34	1.18
Mo	0.26	6.63	2.13
Pb	0.00	7.74	2.50

Tabla N°15



---

## 16. Conclusiones

1.- La alta dispersión de los datos en alguno de los elementos, permite a los laboratorios con bajo desempeño ser evaluados con un Z-Score de satisfactorio. Es provechoso evaluar detenidamente, la información proporcionada en este ensayo y que, bajo criterio técnico, las conclusiones pueden ser diferentes.

2.- Se detectaron errores de;

2.1 Codificación del/de los laboratorio(s) participante(s)

2.2 Codificación al momento de expresar los resultados por el laboratorio.

2.3 Codificación en unidades de expresión de los resultados

2.4 Error en las cifras solicitadas para la expresión de resultados según cartas de análisis enviadas.

2.5 Tablas de metodologías no competas en información requerida.

## 17. Recomendaciones

La norma International Standard ISO 13528, es una herramienta estadística muy poderosa pero que presentan algunas desventajas como;

- a) No es independiente de los resultados de los participantes y,
- b) La incertidumbre puede ser demasiado grande, cuando el número de laboratorios es pequeño.

Esta falta de independencia puede conducir a que si la mayoría de los resultados estuviesen sesgados, los participantes cuyos resultados no están sesgado, podrían injustamente recibir extremas puntuaciones de z-score.

Finalmente, se recomienda a cada laboratorio con clasificación de "Insatisfactorio", evaluar las causas del desvío de sus análisis. Revisar, procedimientos de análisis, expresión de resultados, cálculos, cifras solicitadas, entre otros, evaluando siempre las condiciones de Repetibilidad y reproducibilidad.

## 18. Anexos

Anexo N°1: Solicitud de análisis

Anexo N°2: Métodos de Análisis

Anexo N°3: Gráficos

## 19. Referencias

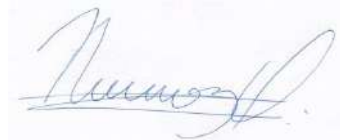
Thompson. M. The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories. Pure Appl. Chem., Vol. 78, No. 1, pp. 145–196, 2006.

1. ISO 13528-2005 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison.
2. ISO 17043-2010 Conformity assessment – General requirements for proficiency testing.

**20. Responsables**



**Víctor Anabalón Escobedo**  
Gerente Técnico  
INTEM



**Nayadeth Muñoz Olivares**  
Supervisor de Operaciones  
INTEM



---

**ANEXO N°1**

**SOLICITUD DE ANÁLISIS**

---

	<b>CONTROL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b>	<b>IN-RG06-7401</b>
		<b>VERSION</b>	<b>00</b>
		<b>FECHA</b>	<b>Noviembre 2018</b>

Antofagasta xx-xx- 2019  
 INTEM-CPR00X/2019  
 Ref. : Solicitud Análisis Químico

Sr(a). XXXX  
 Jefe de Laboratorio  
 XXXXXXXXX  
 Ciudad

Presente

De nuestra consideración:

INTEM, Instituto Nacional de Tecnología Estandarización y Metrología, agradece su interés en participar del 3° Ensayo de Aptitud en muestras de Mineral de Cobre, identificado este año como: “**IN-RDA-01-19-MCU**”.

Este programa busca poder evaluar el desempeño analítico de su laboratorio para evidenciar objetivamente la calidad de sus resultados emitidos, evaluar la ejecución de ensayos específicos o mediciones, identificar errores, ya sea; con el desempeño de personal, calibración de equipos y/o adecuación de procedimientos.

Solicitamos análisis químico de acuerdo a lo indicado a continuación:

**1. Identificación de muestras**

**Mineral de Cobre IN-410**

1. IN-XXX-YYY
2. IN-XXX-YYY
3. IN-XXX-YYY
4. IN-XXX-YYY

**2. Identificación del Laboratorio**

Para preservar la confidencialidad de los resultados, INTEM asigna un **CÓDIGO** a cada laboratorio colaborador, en este caso su código corresponde a: **IN-RDA01-19-XXX**.

**3. Análisis Solicitados**

- A cada sobre, el cual ha sido sometido a secado, realizar 1 análisis (**SIMPLE**) de los siguientes parámetros: CuT, Cu Soluble, As, Fe, Zn, Pb, Ag, Mo, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Co, Mn y Au

	<b>CONTROL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b>	<b>IN-RG06-7401</b>
		<b>VERSION</b>	<b>00</b>
		<b>FECHA</b>	<b>Noviembre 2018</b>

#### 4. Requerimientos de análisis y Expresión de resultados

- Los métodos de análisis serán aquellos que tenga implementado vuestro laboratorio o si lo prefiere utilice las técnicas propuestas en tabla N°1.
- Reportar valores para las 4 muestras y no su promedio.
- Los resultados serán informados en unidades de porcentaje (%) para los niveles igual o superior a 1000 g/T y expresados con 3 cifras decimales.
- Los resultados serán informados en unidades de gramos por tonelada (g/T) para los niveles inferiores a 1000 g/T y expresados con 1 cifra decimal.

Se solicita que el laboratorio se ajuste a los mínimos límites de cuantificación requeridos y exprese resultados según las unidades y cifras significativas señaladas en Tabla N°1, las cuales están representadas por la letra "x".

Parámetro Analítico	Resumen Método
Cu, Fe, Zn, Pb	Relación masa-volumen: 1g / 100 mL Digestión con agua regia, HCl/ HNO <sub>3</sub> (3:1). Estado siruposo Técnica Instrumental: E.A.A
Ag	Relación masa-volumen: 2.5g / 50 mL Digestión con agua regia, HCl/ HNO <sub>3</sub> (3:1). Estado siruposo Técnica Instrumental: E.A.A
Mo	Relación masa-volumen: 2.5g / 50 mL Digestión con 10 ml de HNO <sub>3</sub> © y 3 ml de HClO <sub>4</sub> ©. Estado Siruposo. Supresor de Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Técnica Instrumental: E.A.A
Cu-Soluble	Relación masa-volumen: 1g / 100 mL Lixiviación con 50 ml de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5% a 130 rpm por 60 min a temperatura de 22±2°C. Técnica Instrumental: E.A.A
As	Relación masa-volumen: 3 gr./ 100 mL Digestión con 10 ml de HNO <sub>3</sub> © , 3 ml de HClO <sub>4</sub> © y 3 ml de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Estado siruposo. Técnica Instrumental: E.A.A
CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	C Total por IR Conversión a CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>
Au	Ensayo Fuego Técnica Instrumental: E.A.A

**Tabla N°1**

	<b>CONTROL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b>	<b>IN-RG06-7401</b>
		<b>VERSION</b>	<b>00</b>
		<b>FECHA</b>	<b>Noviembre 2018</b>

### 5. Informe de Resultados

- Los laboratorios participantes deberán enviar sus resultados, mediante archivo digital Excel de acuerdo a formato señalado en tabla N°2 junto a vuestro **CÓDIGO ASIGNADO**, el cual se indica en ítem N° 2 de la presente solicitud.
- Se solicita a los participantes información breve sobre el método empleado (masa, aforo, tipo de ácidos usados en digestión y técnica analítica utilizada en la medición a través de formato Excel y según formato de tabla N°3.

**Nota 1:**

*Los laboratorios considerados en la evaluación, serán aquellos que entreguen la información requerida en ésta solicitud de análisis.*

**Nota 2:**

*Los resultados de análisis deberán ser enviados en 1 (una) planilla Excel que contenga 2 (dos) hojas. Una de ellas llamada "Resultados" y otra con nombre; "Metodología". El nombre del archivo deberá hacer referencia al código de la ronda más los tres (3) últimos dígitos del código asignado para el laboratorio.*

**Ejemplo: IN-RDA-01-19-MCU, 00X**

ID Muestra	Elemento1 (Unidad)	Elemento 2 (Unidad)	Elemento 3 (Unidad)	Elemento 4 (Unidad)	Elemento 5 (Unidad)	Elemento 6 (Unidad)	Elemento 7 (Unidad)

**Tabla N°2**

Código del Laboratorio: _____									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Vol. Aforo (mL)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor Dilución	Medio Ácido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo

**Tabla N°3**

	<b>CONTROL DE PROCESOS</b>	<b>CODIGO</b>	<b>IN-RG06-7401</b>
		<b>VERSION</b>	<b>00</b>
		<b>FECHA</b>	<b>Noviembre 2018</b>

## 6. Recepción de Resultados

Plazo para envío de reporte: **06 DE MAYO DE 2019**

Enviar a las siguientes casillas electrónicas:

Nayadeth Muñoz O. (Supervisor de Procesos)  
 Fono: (56-55) 2893479, e-mail: [nayadeth.munoz@intem.cl](mailto:nayadeth.munoz@intem.cl)

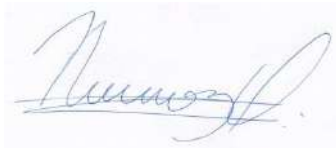
Víctor Anabalón E. (Gerente Técnico)  
 Fono: (56-55) 2893408, e-mail: [victor.anabalon@intem.cl](mailto:victor.anabalon@intem.cl)

Rosana Bustos (Asistente Administrativa)  
 Fono: (56-55) 2893408, e-mail: [recepcion@intem.cl](mailto:recepcion@intem.cl)

Verónica Dubó A. (Jefa de Control de Procesos)  
 Fono: (56-55) 2893479, e-mail: [veronica.dubo@intem.cl](mailto:veronica.dubo@intem.cl)

## 7. Envío de Informe de Ronda

El informe final será entregado en un plazo no superior a 30 días. En caso de que los laboratorios presenten observaciones al documento, las podrán realizar en un plazo no superior a 7 días enviado el informe. INTEM enviará mediante correo electrónico el informe final con aquellas observaciones aceptadas por el comité técnico.



**Nayadeth Muñoz Olivares**  
 Supervisor de Procesos  
 INTEM

VDA/rbc.  
 cc. Control de Procesos - Antofagasta



---

## **ANEXO N°2**

# **MÉTODOS DE ANÁLISIS**

---





Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-087									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alero (ml)	Acidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA
Zn	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA
Pb	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA
Fe	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA
Mn	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA
Ag	Espectroscopia de Absorción Atómica	0.5	100	10 ml HNO3 + 5 ml HCl	--	25	--	--	Agilent Technologies 240 AA

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-088									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alero (ml)	Acidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Au	Ensayo al fuego, Técnica Instrumental E.A.A.	20	5	--	--	--	--	--	E.A.A.
Ag	Digestión con agua regia HClHNO3 (3:1)- Témosa Instrumental E.A.A.	0.5	50	HOHNO3 (3:1)	--	25	--	--	E.A.A.
Cu	Digestión con agua regia HClHNO3 (3:1)- Témosa Instrumental E.A.A.	0.2	100	HOHNO3 (3:1)	--	25	--	--	E.A.A.
Pb	Digestión con agua regia HClHNO3 (3:1)- Témosa Instrumental E.A.A.	0.5	50	HOHNO3 (3:1)	--	25	--	--	E.A.A.
Zn	Digestión con agua regia HClHNO3 (3:1)- Témosa Instrumental E.A.A.	0.5	50	HOHNO3 (3:1)	--	25	--	--	E.A.A.
Fe	Digestión con agua regia HClHNO3 (3:1)- Témosa Instrumental E.A.A.	0.2	100	HOHNO3 (3:1)	--	25	--	--	E.A.A.

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-089									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alero (ml)	Acidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cobre	PE-041 PE-042	0.250	25	2.1ml HNO3, 6.3 ml HCl02 agua regia	1	25% HCl	No Adica	0.05-5 mg/L	ICP-OES
Hierro	PE-041 PE-042	0.250	25	2.1ml HNO3, 6.3 ml HCl02 agua regia	1	25% HCl	No Adica	4-200 mg/L	ICP-OES
Plomo	PE-041 PE-042	0.250	25	2.1ml HNO3, 6.3 ml HCl02 agua regia	1	25% HCl	No Adica	0.1-8 mg/L	ICP-OES
Zinc	PE-041 PE-042	0.250	25	2.1ml HNO3, 6.3 ml HCl02 agua regia	1	25% HCl	No Adica	0.5-100 mg/L	ICP-OES
Oro	PE-008	20.0	25	1 ml HNO3 @ 7ml HCl@	1	25% HCl	No Adica	0.05-2 mg/L	ICP-OES

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-010									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alero (ml)	Acidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	EAA	0.200	500	HF, HCl, HClO4	--	0.2% HCl	--	--	Perkin Elmer AAS-Analyst-100
Fe	EAA	0.200	500	HF, HCl, HClO4	--	0.2% HCl	--	--	Perkin Elmer AAS-Analyst-100
Zn	EAA	0.200	500	HF, HCl, HClO4	--	2% HCl	--	--	Perkin Elmer AAS-Analyst-100
Pb	EAA	1.000	50	HF, HCl, HClO4	--	2% HCl	--	--	Perkin Elmer AAS-Analyst-100
Ag	ICP	1.000	50	HF, HCl, HClO4	--	HCl	--	--	ICP
Mn	ICP	1.000	50	HF, HCl, HClO4	--	HCl	--	--	ICP

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-011									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alero (ml)	Acidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Digestion Acids	1.00	100	HCl/HNO3 (3:1)	1	10% HCl	N/A	100-500 ppm	VARAN 240
Fe	Digestion Acids	1.00	100	HCl/HNO3 (3:1)	1	10% HCl	Na2SO4	100-500 ppm	VARAN 240
Zn	Digestion Acids	1.00	100	HCl/HNO3 (3:1)	1	10% HCl	N/A	10-50 ppm	VARAN 240
Pb	Digestion Acids	1.00	100	HCl/HNO3 (3:1)	1	10% HCl	N/A	2.5-10 ppm	VARAN 240
Ag	Digestion Acids	2.50	50	AR, HCl/HNO3 (3:1)	1	25% HCl	N/A	0.5-2.5 ppm	VARAN 240
Mn	Digestion Acids	2.50	50	HNO3/HClO4 (10:3)	1	10% HCl	Na2SO4	5-25 ppm	VARAN 240
CuS	Lixivacion Acids	1.00	100	H2SO4 5%	1	5% H2SO4	N/A	25-100 ppm	VARAN 240
Au	Ensayo a Fuego	30.00	10	AR, HCl (25%)	1	AR	N/A	1.0-2.5 ppm	VARAN 240
As	Digestion Acids	3.00	100	HNO3/HClO4/H2SO4 (10:3:3)	1	2.50%	N/A	5-55 ppm	VARAN 240

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-012									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cobre	Absorción atómica	1	100	10 ml de ácido nítrico, 5 ml de ácido perclórico y 10 ml de ácido combústo	1	10% HCl	N/A	0.5-10.25	20-50-100-250
Zinc	Absorción atómica	1	100	10 ml de ácido nítrico, 5 ml de ácido perclórico y 10 ml de ácido combústo	1	10% HCl	N/A	0.5-10.25	Agilent 240
Hierro	Absorción atómica	1	100	10 ml de ácido nítrico, 5 ml de ácido perclórico y 10 ml de ácido combústo	1	10% HCl	Sulfato de sodio al 0.1%	0.50-100-200	Agilent 240
Molibdeno	Absorción atómica	1	100	10 ml de ácido nítrico, 5 ml de ácido perclórico y 10 ml de ácido combústo	1	10% HCl	Sulfato de sodio al 0.1%	0.1-2.5-5-10	Agilent 240

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-013									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	EAA	1	100	HNO3-HClO4	--	10% HCl	N/A	100-200-300	Agilent 240 AA
Fe	EAA	1	100	HNO3-HClO4	--	10% HCl	0.1% Na2SO4	100-250-500	Agilent 240 AA
Mo	EAA	2.5	50	HNO3-HClO4-HF	--	10% HCl	0.1% Na2SO4	2.5-5.0-10	Agilent 240 AA

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-014									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	digestión total del Final AAS	1.0000	100	4 ml HF, 7 ml HNO3, 14 ml HCl, 3 ml HClO4	--	25 % HCl	--	5-10-25-50-100-200-300	AAS, Agilent series 200
As	digestión total del Final AAS	1.0000	100	4 ml HF, 7 ml HNO3, 14 ml HCl, 3 ml HClO4	--	25 % HCl	--	5-10-25	AAS, Agilent series 200
Fe	digestión total del Final AAS	1.0000	100	4 ml HF, 7 ml HNO3, 14 ml HCl, 3 ml HClO4	--	25 % HCl	s	100-200-300	AAS, Agilent series 200
Zn	digestión total del Final AAS	1.0000	100	4 ml HF, 7 ml HNO3, 14 ml HCl, 3 ml HClO4	--	25 % HCl	--	5-10-25	AAS, Agilent series 200
Ag	digestión total del Final AAS	1.0000	100	4 ml HF, 7 ml HNO3, 14 ml HCl, 3 ml HClO4	--	25 % HCl	--	0.5,1,0,2,5	AAS, Agilent series 200
Au	Ensayo a Flama del Final AAS	10.0000	10	15 ml HNO3 50%, 2.0 ml HCl	--	agua regia	--	1,2,5,5,0	AAS, Agilent series 200

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-015									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Pb	4 Ácidos	1.0000 gramos	100 ml	10 ml HNO3+5 ml HClO4+2.5 ml HF (1:1)+ 10 ml HCl	Ninguna	10 % HCl	Ninguno	5-10-20-30	Varian 220 FFS
Zn	4 Ácidos	1.0000 gramos	100 ml	10 ml HNO3+5 ml HClO4+2.5 ml HF (1:1)+ 10 ml HCl	Ninguna	10 % HCl	Ninguno	2.5-5-10	Varian 220 FFS

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-016									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	3 Ácidos (HNO3-HClO4-H2SO4)	1.0000	250	10 ml HNO3+2 ml HClO4+0.5 ml H2SO4	1	10% HCl	No aplica	0-10-25-50-100	Equipo Absorción atómica
Fe	3 Ácidos (HNO3-HClO4-H2SO4)	1.0000	250	10 ml HNO3+2 ml HClO4+0.5 ml H2SO4	1	10% HCl	2.5 ml CaCl2 2%	50-100-250-500	Equipo Absorción atómica
Mo	Agua regia (HCl-Multielementos)	5.0000	50	5 ml HNO3+ 15 ml HCl	1	10% HCl	Sulfato de sodio	5-10-25-50	Equipo Absorción atómica
As	Agua regia (HCl-Multielementos)	5.0000	50	5 ml HNO3+ 15 ml HCl	1	10% HCl	Sulfato de sodio	5-10-25-50	Equipo Absorción atómica

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-017									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	EAA	1.0	100	HCl/HNO3 (3:1)	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica
As	EAA	3.0	100	10 ml de HNO3, 3 ml de HClO4 y 3 ml de H2SO4 (masa total)	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica
Fe	EAA	1.0	100	HCl/HNO3 (3:1)	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica
Pb	EAA	1.0	100	HCl/HNO3 (3:1)	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica
Ag	EAA	2.5	50	HCl/HNO3 (3:1)	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica
Mo	EAA	2.5	50	10 ml de HNO3 y 3 ml de HClO4	--	--	--	--	Equipo Absorción atómica

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-018									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Determinación de Cu en minerales por (CP- LOA)009	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	10-50 ppm	ICP-OES
Fe	Determinación de Cu, Pb, S, Sr, Fe y Mn en minerales por (CP-OES-LOA)072	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	300-1000 ppm	ICP-OES
Mo	Determinación de Mo, As, Pb, S, Sr, Fe y Mn en minerales por (CP-OES-LOA)072	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	0.5- 5.0 ppm	ICP-OES
As	Determinación de Mo, As, Pb, S, Sr, Fe y Mn en minerales por (CP-OES-LOA)072	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	0.5- 4.0 ppm	ICP-OES
Pb	Determinación de Mo, As, Pb, S, Sr, Fe y Mn en minerales por (CP-OES-LOA)072	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	0.5- 3.0 ppm	ICP-OES
Zn	Determinación de Mo, As, Pb, S, Sr, Fe y Mn en minerales por (CP-OES-LOA)072	0.5000	50	3 ml de HNO3 +6 ml de Solución A (HCl-HF)	--	--	--	2.0 - 10.0 ppm	ICP-OES

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-020									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos (Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Au	Espectrofotometría Absorción Atómica Flama Espectrofotometría Absorción Atómica Flama - Digestión en Flancha	10 0.5	10 100	HNO <sub>3</sub> 3% (10ml) HCl (3ml) HCl (5ml) HNO <sub>3</sub> (10ml)	ORIGINAL ORIGINAL	24% HCl 5% HCl + 5% HNO <sub>3</sub> en Acido Tartrato 4 1%	N.A. N.A.	0.0-5.1.2 10, 25, 50, 100, 200	Espectrofotómetro de Absorción Atómica Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Cu	Espectrofotometría Absorción Atómica Flama	0.2	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 5, 15, 25	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Pb	Espectrofotometría Absorción Atómica	0.2	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 5, 10, 20	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Zn	Espectrofotometría Absorción Atómica	0.2	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 5, 10, 25	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Co	Espectrofotometría Absorción Atómica	0.2	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 0.5, 1.2, 5	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Mn	Espectrofotometría Absorción Atómica Flama	0.2	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 2, 5, 10	Espectrofotómetro de Absorción Atómica
Fe	Espectrofotometría Absorción Atómica Flama	0.1	100	HCl (5ml) HClO <sub>4</sub> (5ml)	ORIGINAL	HCl 5%	N.A.	0, 50, 125, 250	Espectrofotómetro de Absorción Atómica

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-021									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Absorción Atómica	0.2500	50	HNO <sub>3</sub> , 12.5 mL	25	10	---	12-45 ppm	Absorción Atómica
Zn	Absorción Atómica	0.2500	50	HNO <sub>3</sub> , 12.5 mL	5	10	---	0.5-11.5 ppm	Absorción Atómica
Fe	Absorción Atómica	0.2500	50	HNO <sub>3</sub> , 12.5 mL	25	10	---	13-9 ppm	Absorción Atómica

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-022									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Determinación de Cobre por AA	1g	500	HF, HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> , HCl	1	2% HCl	---	13-6ppm	Agilent FS 200
Ag	Determinación de Plata por AA	2g	50	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> , HCl	1	25% HCl	---	0.504-0.01-1.50 ppm	Agilent FS 200
Au	Determinación de oro por FIAS	20g	10	HNO <sub>3</sub> , HCl	1	25% HCl	---	0.1-0.25-0.5-1.00ppm	Agilent FS 200

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-023									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	EAA	2.5 gr	100	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub>	1	5% HCl	No Aplica	0.0-5-25-50 ppm 0.0-50-200-400 ppm	Termo ICE 3000 Series AA
CuS	EAA	1.0 gr	50	Acido Citrico IM	1	No Aplica	No Aplica	0.0-5-10-20 ppm	Termo ICE 3000 Series AA
Mo	EAA	2.5gr	100	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub>	1	5% HCl	Sulfato de Sodio,	0.0-0.5-10-50 ppm 0.05-0.10-0.20-0 ppm	Termo ICE 3000 Series AA
Fe	EAA	1.0 gr	100	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> , HF	1	5% HCl	No Aplica	0.0-50-200-400 ppm	Termo ICE 3000 Series AA
As	EAA	2.5gr	100	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub>	1	5% HCl	No Aplica	0.0-20-50-100-200 ppm 0.05-0.10-0.30-0 ppm	Termo ICE 3000 Series AA
Ag	EAA	2.0 gr	100	HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> , HCl	1	20% HCl	No Aplica	0.0-0.5-10-20 ppm	Termo ICE 3000 Series AA

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-024									
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	0.01 a 4 %	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Fe	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	0.01 a 20 %	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Mo	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	5 a 300 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Zn	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	5 a 300 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Pb	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	10 a 1000 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Ag	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	5 a 200 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Co	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	10 a 200 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
CO <sub>2</sub>	Combustión directa y dirección infrarrojo	0.1000	---	---	---	---	---	0.01 a 2 %	Leica CS-244
As	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	10 a 1000 ppm	Peklin Elmer -AAAnalys 50
Cu Sol.	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	---	---
Mn	Absorción Atómica	0.2500	100	HCl, HNO <sub>3</sub> , HF e HClO <sub>4</sub>	---	---	---	0.01 a 20 %	Peklin Elmer -AAAnalys 50

Codigo del Laboratorio: IN-RD-01-19-025										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	AA	0.5000	250		Solución A, 10m. solución E10 ml	--	4 %HCL	--	0-50 ppm	AGILENT AA240
Zn	AA	0.5000	250		HCl -HNO3 -HF	--	4 %HCL	--	1-5 ppm	AGILENT AA240
Fe	AA	0.5000	250		HCl -HNO3 -HF	--	4 %HCL	--	100-500 ppm	AGILENT AA240
Ag	AA	2.0000	50		HCl -HNO3 -HF	--	25 HCL	--	0-2.1 ppm	AGILENT AA240
Au	AA	30.0000	5		HCl -HNO3	--	HClO REGIA	--	0.5-15	AGILENT AA241

Codigo del Laboratorio: IN-RD-01-19-026										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	FRX Pielas Fundidas	0.8000	--		--	--	--	--	0-100 %	SA Explorer
Fe	FRX Pielas Fundidas	0.8000	--		--	--	--	--	0-100 %	SA Explorer
Zn	FRX Pielas Fundidas	0.8000	--		--	--	--	--	0-100 %	SA Explorer
Pb	FRX Biquetas	10.0000	--		--	--	--	--	0-100 %	SA Explorer
As	FRX Biquetas	10.0000	--		--	--	--	--	0-100 %	S1 Titan
Mo	FRX Biquetas	11.0000	--		--	--	--	--	0-100 %	SA Explorer
CO3	IR	0.5000	--		--	--	--	--	0-10 %	kennt GA

Codigo del Laboratorio: IN-RD-01-19-027										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu,Fe	ANS-103	0.5	200		4-ACIDAA	1	12.5%HO	--	5-1020-50	Agilent 240
Ag	ANS-116	2.0	100		4-ACIDAA	1	25%HCl	--	1-3-5	Agilent 280
Mo	ANS-101	2.0	100		4-ACIDAA	1	20%HO+25%Al <sup>3+</sup>	--	1-3-5-10	Agilent 280
CoS	ANS-102	1.0	200		4-ACIDAA	1	10%HSO4	--	5-1020-50	Agilent 240

Codigo del Laboratorio: IN-RD-01-19-028										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	0.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	10 %HCl	327.4	0-300	PinAAble 500
Fe	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	0.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	10 %HCl	302.1	0-400	PinAAble 500
Zn	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	0.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	10 %HCl	213.9	0-10	PinAAble 500
Ag	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	2.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	30% HCl	328.1	0-2	PinAAble 500
Pb	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	2.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	30% HCl	283.1	0-20	PinAAble 500
Mo	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	2.5		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	30% HCl	313.3	0-10	PinAAble 500
Mn	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	1.0		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	10% HCl	279.5	0-20	PinAAble 500
As	Mineral de Cobre	Dig Acido - EAA	5.0		50	Digestion Acids HNO3/HClO4/HF	15%HSO4	193.7	0-10	PinAAble 500

Codigo del Laboratorio: IN-RD-01-19-029										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Alforo (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Ag	Digestion Agua Regia - AAS	0.50	25		15 ml HCl + 5 ml HNO3	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
Cu	Digestion Agua Regia - AAS	0.25	100		15 ml HCl + 5 ml HNO3	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
Fe	Digestion Agua Regia - AAS	0.25	100		15 ml HCl + 5 ml HNO3	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
Pb	Digestion Agua Regia - AAS	0.50	25		15 ml HCl + 5 ml HNO3	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
Zn	Digestion Agua Regia - AAS	0.50	25		15 ml HCl + 5 ml HNO3	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
As	Digestion Triple acido - AAS	0.50	25		10 ml HNO3 + 3 ml HClO4 + 3 ml HCl	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
Mo	Digestion Triple acido - AAS	0.50	25		10 ml HNO3 + 3 ml HClO4 + 3 ml HCl	--	25 % HCl	--	--	AGILENT AA240
CO3	Espectroscopia infraroja por combustion	0.10	--		--	--	--	--	--	LECO GS744
CO3	Lavasion con H2SO4 al 5% - AAS	1.00	100		H2SO4 al 5 % (50 ml)	--	2.5 % H2SO4	--	--	AGILENT AA240
Au	Ensayo al fuego - AAS	30.00	5		--	--	24 % HCl	--	--	AGILENT AA240

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-010										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Aloro (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Cu	Digestión agua regia	1.000	100	5 ml HNO3; 15 ml HCl	1	1	10 % v/v HCl	NO	5-10-25 ppm Cu, 25-50-100-200 ppm Cu	VARIAN 55
Fe	Digestión agua regia	1.000	100	5 ml HNO3; 15 ml HCl	1	1	10 % v/v HCl	NO	100-200-400 ppm Fe	VARIAN 55
Cd	Lixiviación H2SO4 5% v/v	1.000	100	H2SO4 5% v/v	1	1	1% H2SO4 v/v	NO	5-10-25 ppm Cu, 25-50-100-200 ppm Cu	VARIAN 55
Ag	Digestión nitro-agua regia	2.500	50	5 ml HNO3-estado supreso; 5 ml HNO3; 15 ml HCl	1	1	25 % v/v HCl	NO	0.5-1.0-2.0 ppm Ag, 2.5-5.0-10.0 ppm Ag	VARIAN 55
Co	Digestión nitro-agua regia	5.000	50	5 ml HNO3-estado supreso; 5 ml HNO3; 15 ml HCl	1	1	10 % v/v HCl	NO	5-10-20 ppm Co	VARIAN 55
COO=	Volumetría	5.000	50	H2SO4 0.3 N. Valoración con NaOH 0.1 N hasta pH = 2.5	1	1				

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-021										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Aloro (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Au	Ensayo a Fuego	30	20	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	E.A.A.
Ag	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
As	Digestión Multiacida	0.20	20	HCl/HNO3; HClO4; HF	1	1	15	--	--	KP-06S
Co	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Cu	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Fe	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Mn	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Mo	Digestión Multiacida	0.20	20	HCl/HNO3; HClO4; HF	1	1	15	--	--	KP-06S
Pb	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Zn	Digestión Agua Regia	0.20	10	HCl/HNO3	1	1	15	--	--	KP-06S
Ci Soluble	Lixiviación Acida	0.50	50	H2SO4	1	1	5	--	--	E.A.A.

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-022										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Aloro (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
Ag	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	--	--	25% HCl	NO	0.1 - 2.5	Agilent Technologies - 200AA
Co	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	--	--	25% HCl	SI	0.5 - 10	Agilent Technologies - 200AA
Cu	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	20	20	25% HCl	SI	2 - 50	Agilent Technologies - 200AA
Fe	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	--	--	25% HCl	SI	25 - 100	Agilent Technologies - 200AA
Mn	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	--	--	25% HCl	SI	0.5 - 10	Agilent Technologies - 200AA
Mo	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 2.5ml HClO4, 2.5ml H2SO4	--	--	25% HCl	SI	0.5 - 10	Agilent Technologies - 200AA
Cd	Propio	1.000	200	100 ml H2SO4 al 15%	--	--	Acetico	SI	2 - 50	Agilent Technologies - 200AA
As	Propio	1.000	25	10ml HNO3, 5ml HCl	--	--	20% HCl	SI	1 - 10	Agilent Technologies - 200AA
Au	Propio	20.000	5	18g Fax, 0.5ml HNO3, 1.5ml HCl	--	--	--	--	--	--

Codigo del Laboratorio: IN-RDA01-19-023										
Elemento	Método	Masa Muestra (g)	Volumen de Aloro (ml)	Ácidos	(Tipo y Cantidad)	Factor de Dilución	Medio Acido Final (%)	Supresor	Rango Calibración	Equipo
CuT	EAA	1.000	100	HNO3-HClO4	1	1	10% HCl	N/A	5-10-25-25-50-100-100-200-300	Agilent 240SF
Fe	EAA	1.000	100	HNO3-HClO4	1	1	10% HCl	Na2SO4	100-250-500	Agilent 240SF
Mo	EAA	2.000	50	HF-HNO3-HClO4	1	1	25% HCl	Na2SO4	05-10-2025	Agilent 240SF
Ag	EAA	2.000	50	HF-HNO3-HClO4	1	1	25% HCl	N/A	0.5-1.0-2.5	Agilent 240SF



---

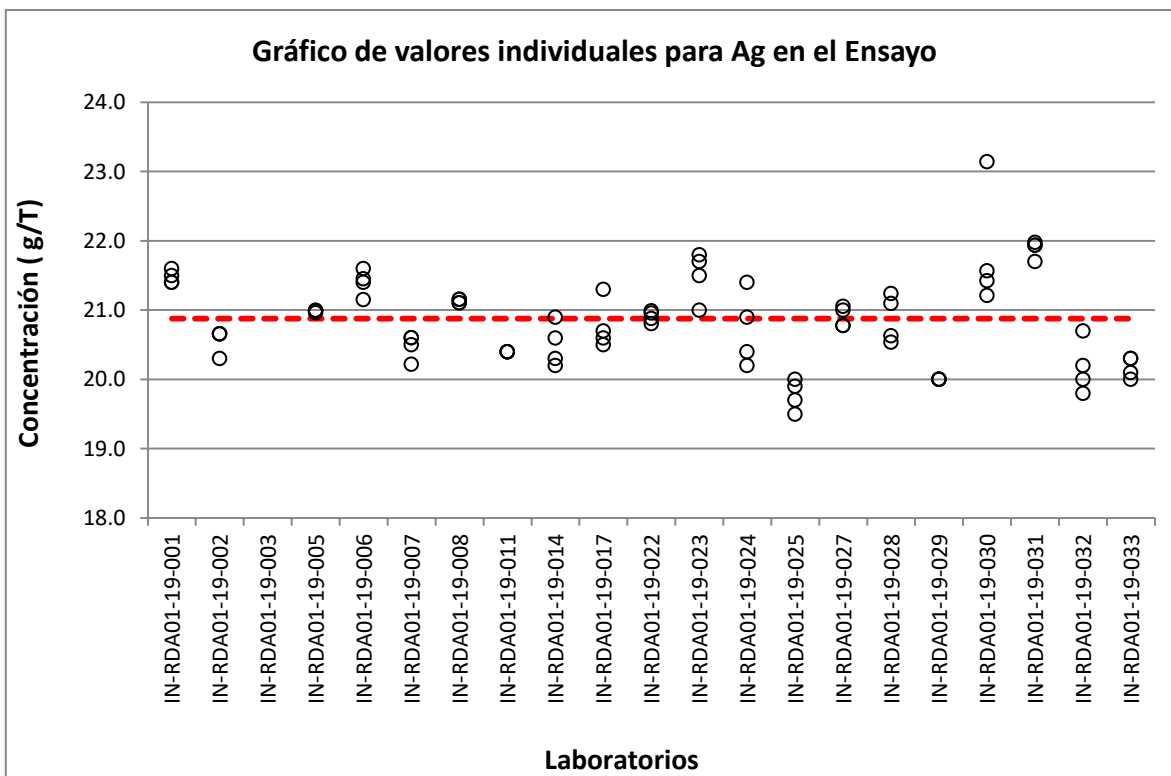
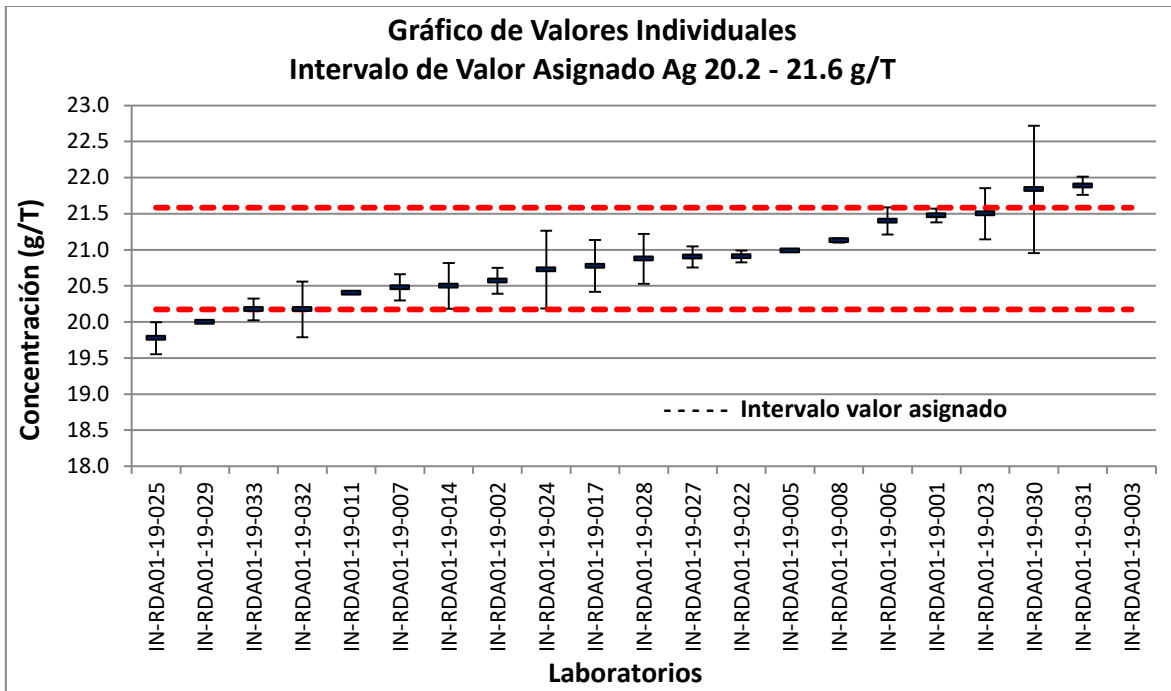
## **ANEXO N°3**

## **GRÁFICOS**

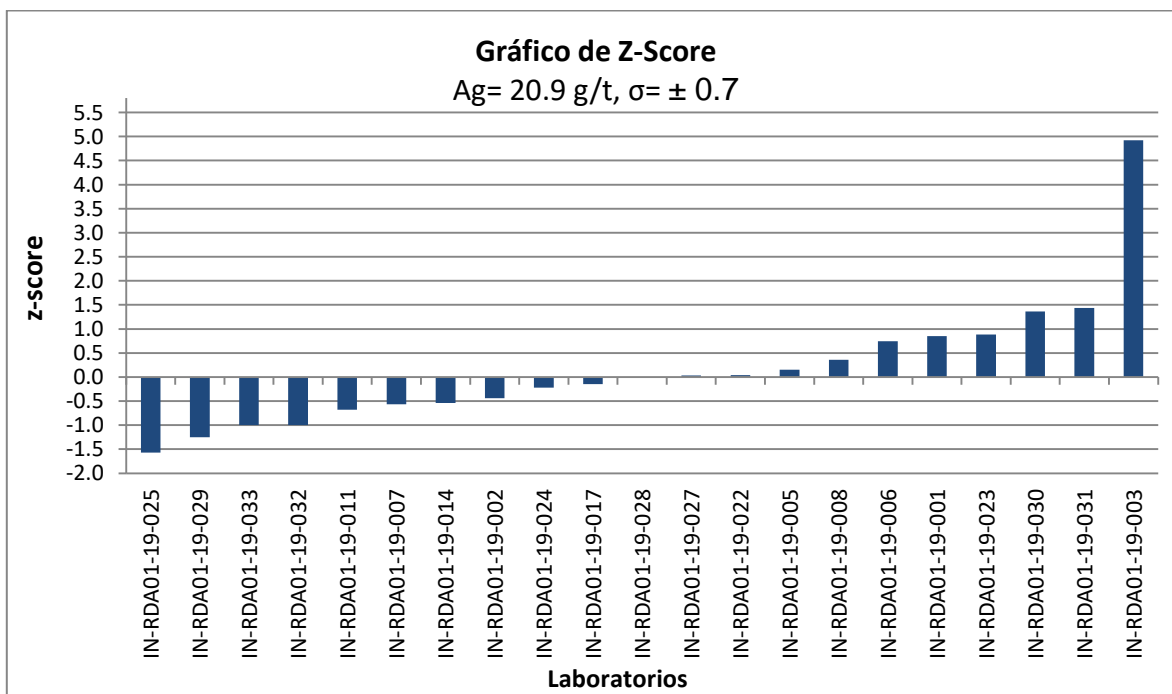
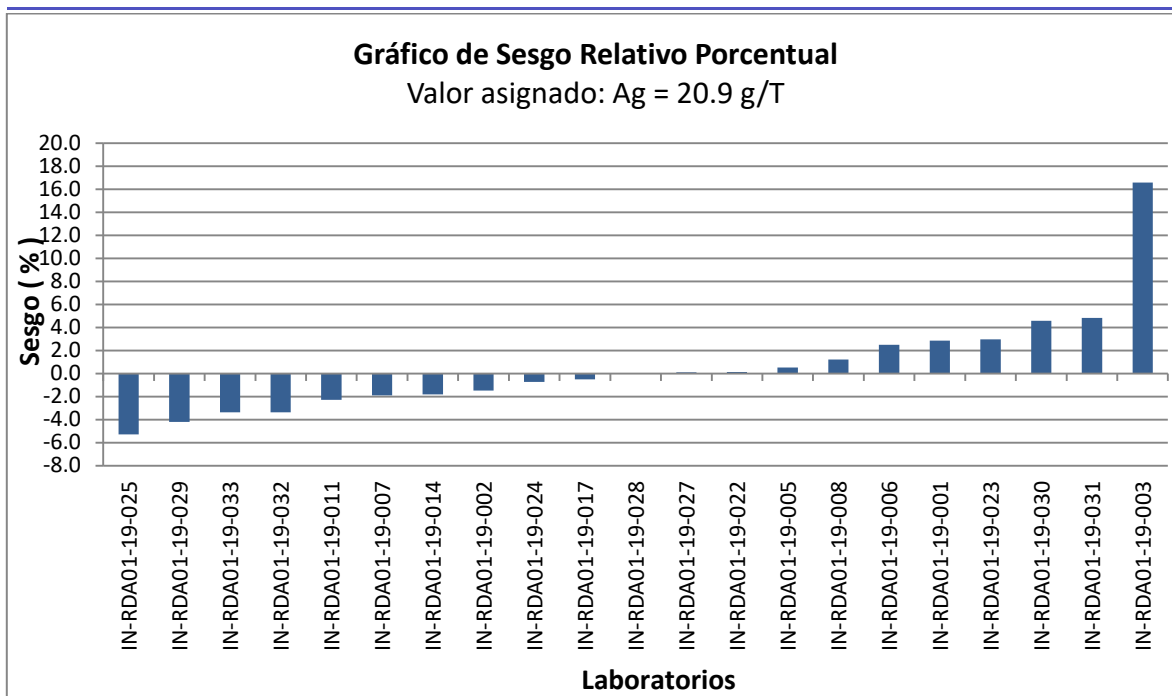
---

**Material** : Mineral de Cobre IN-410

**Elemento** : Plata

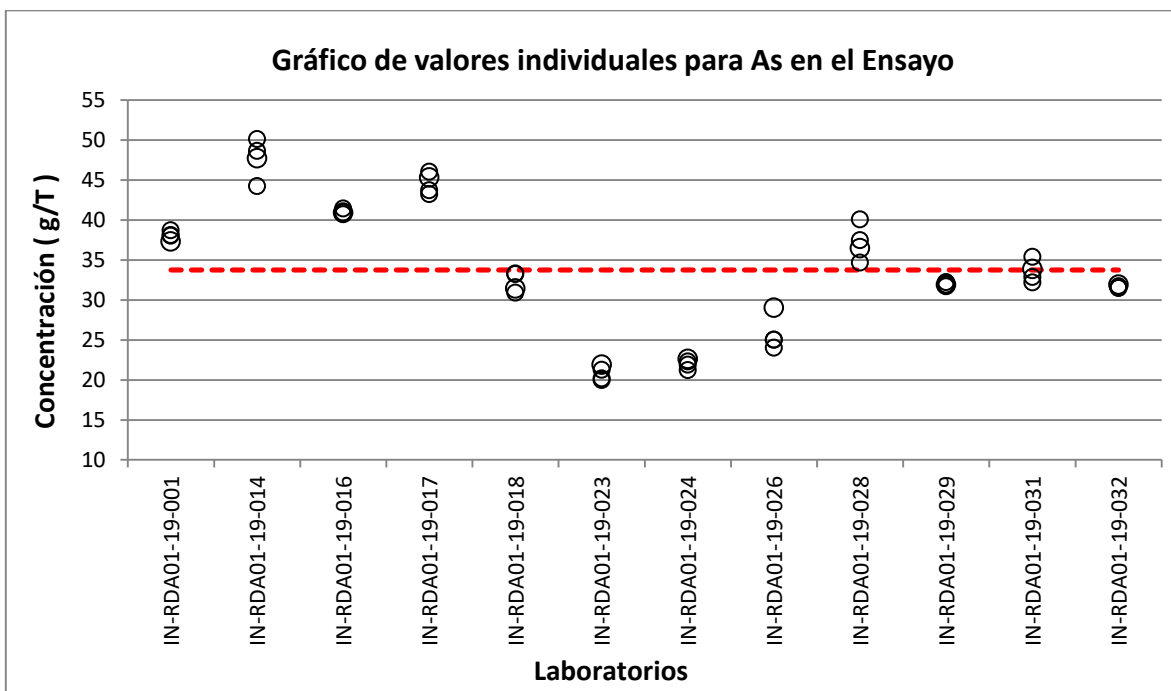
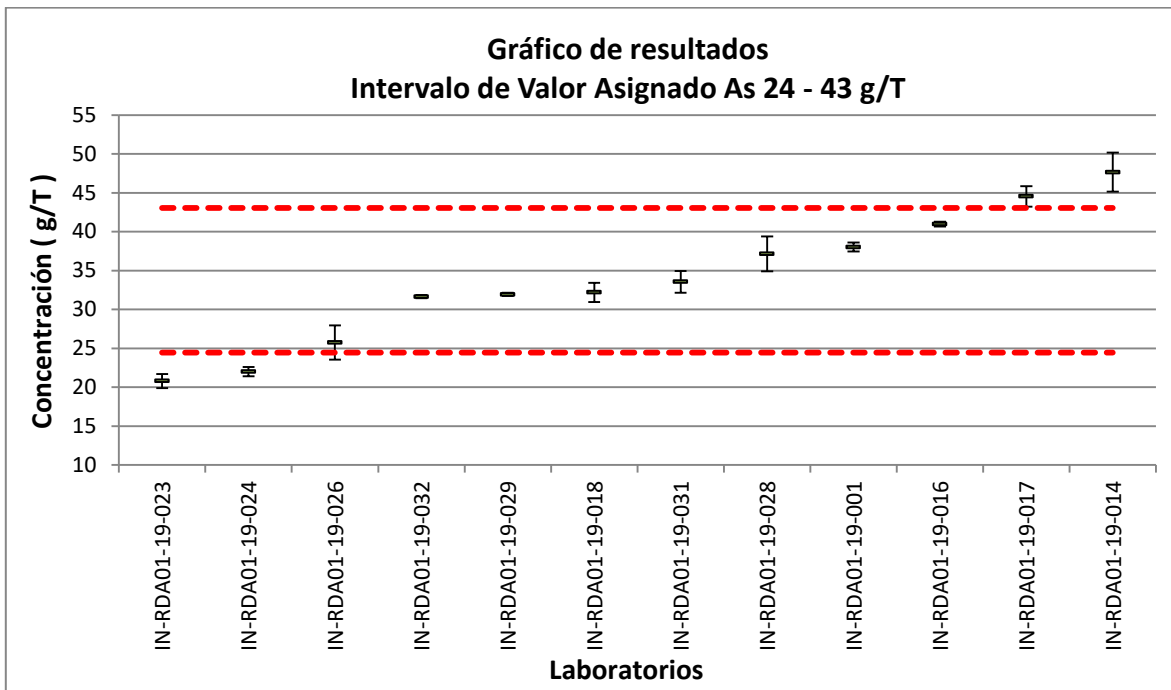


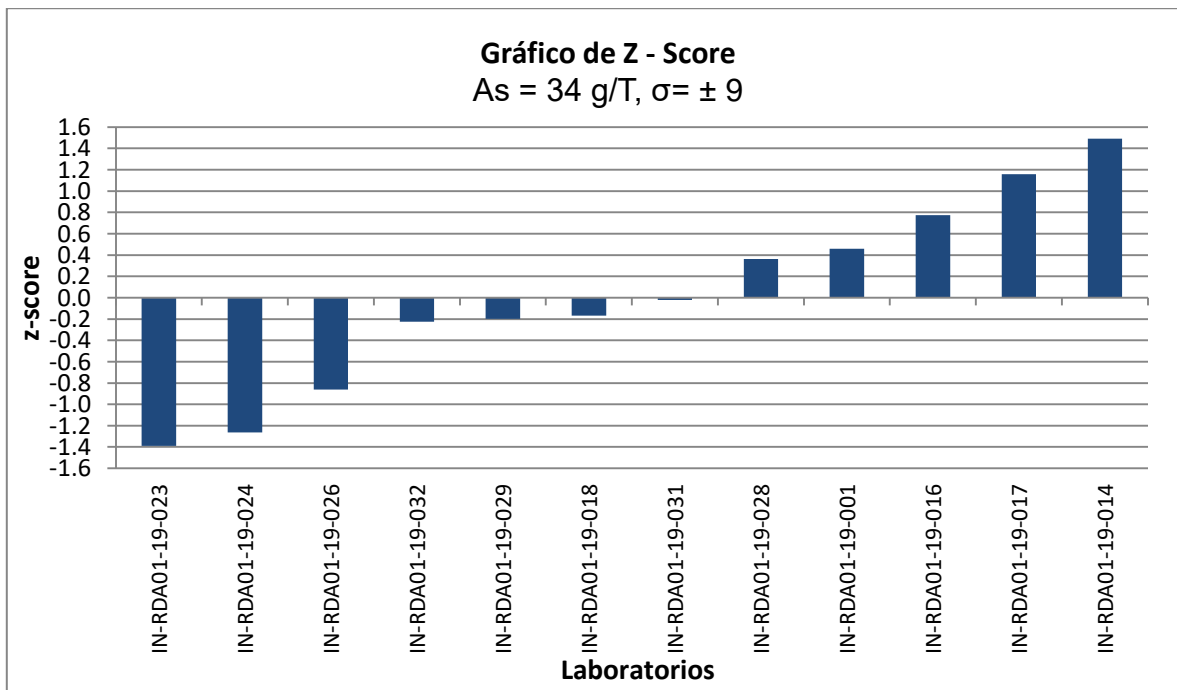
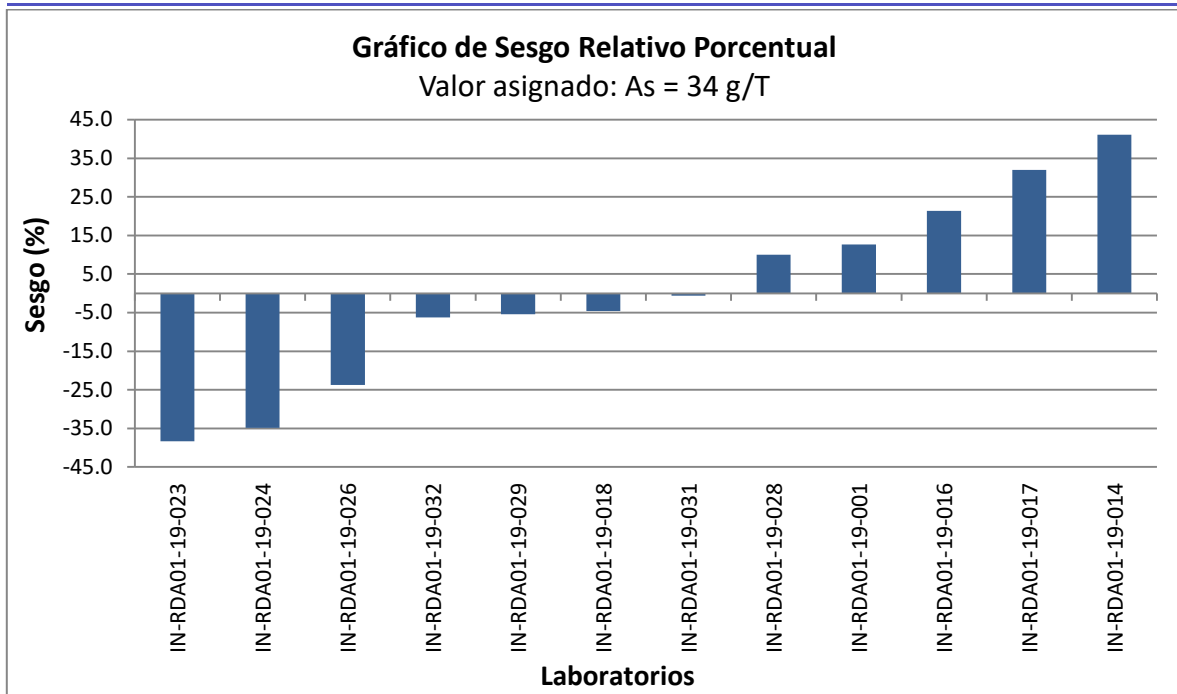




Material : Mineral de Cobre IN-410

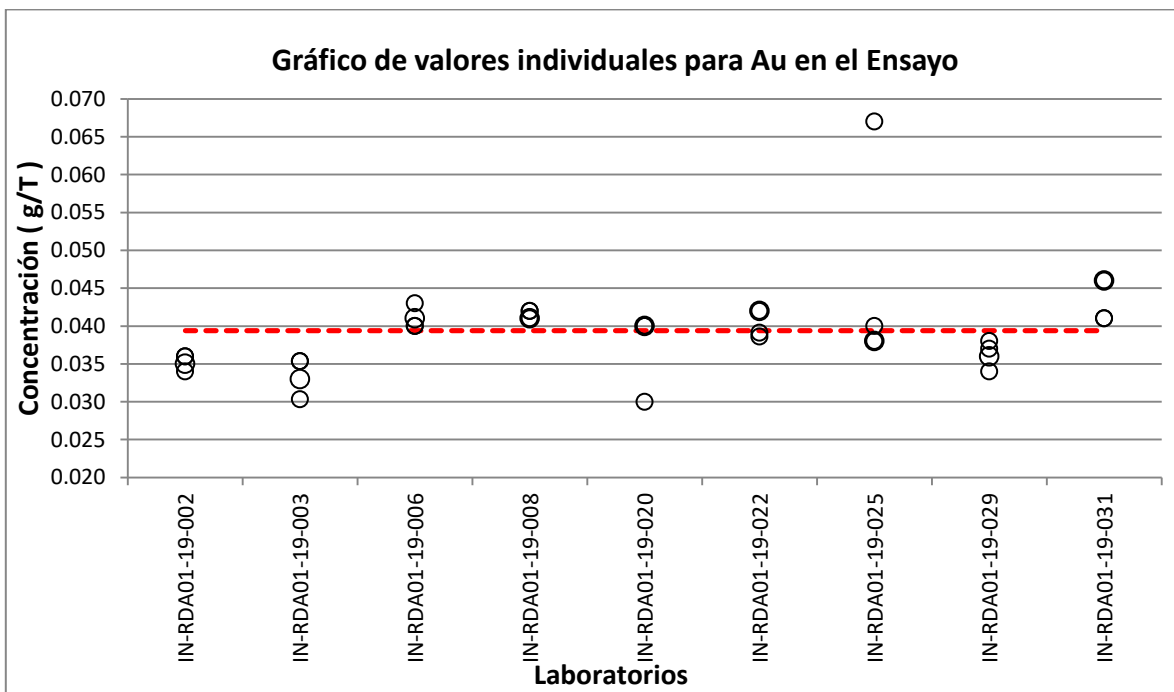
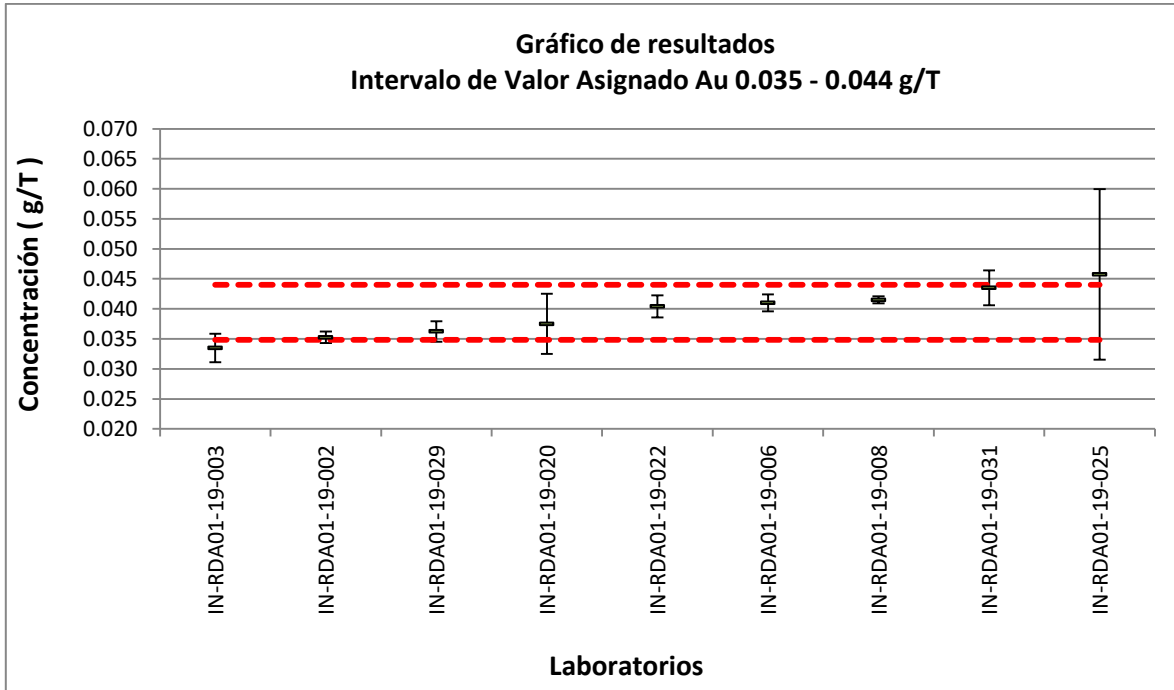
Elemento : Arsénico

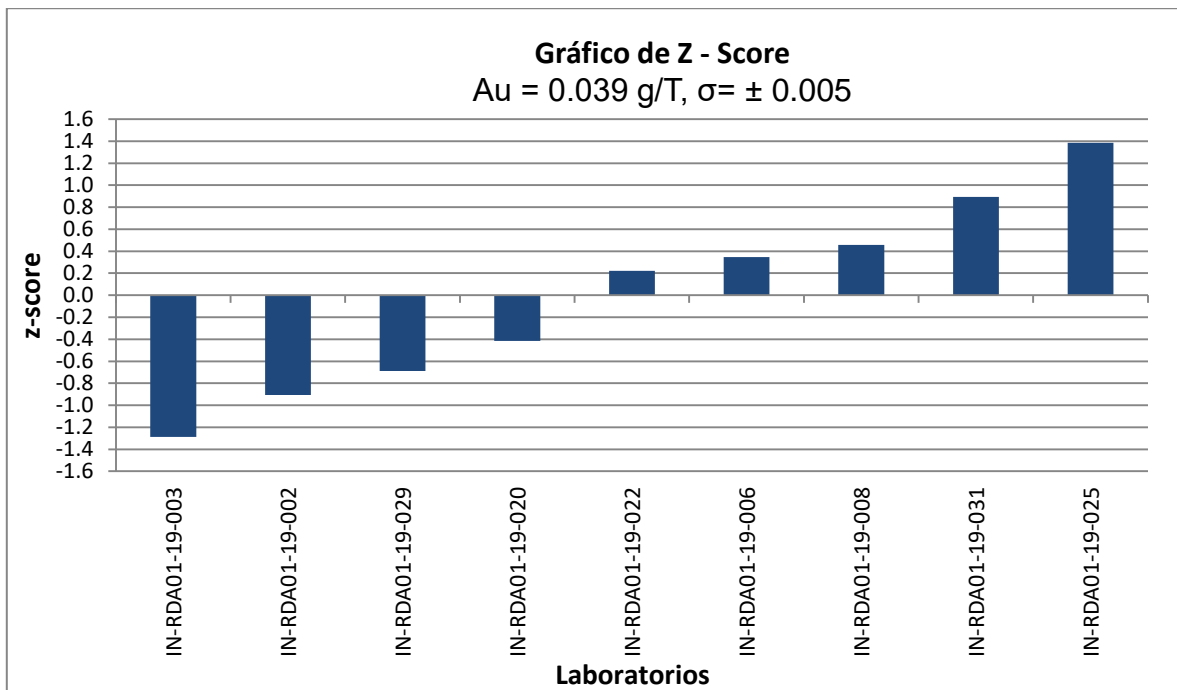
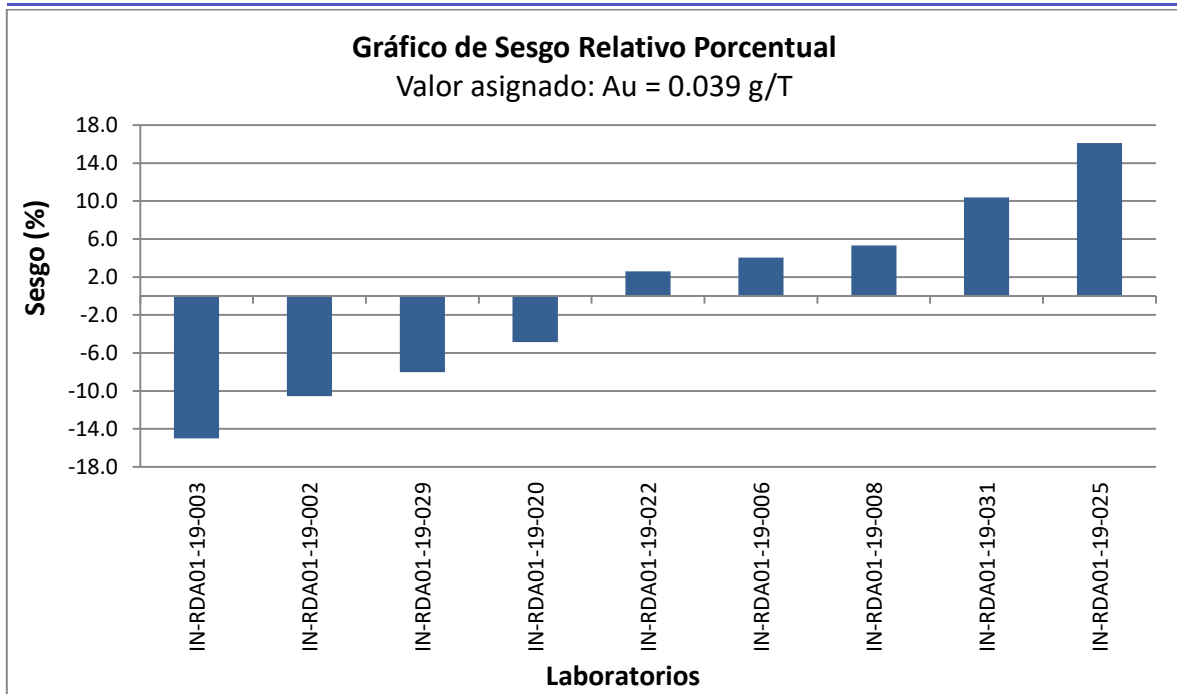




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

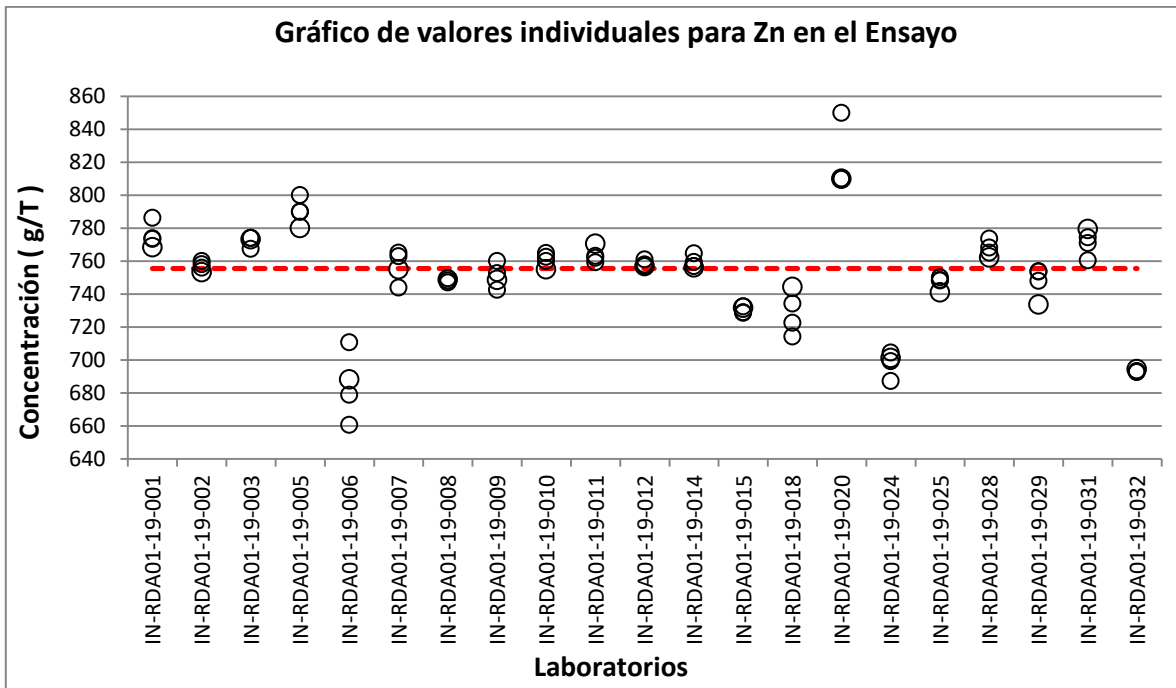
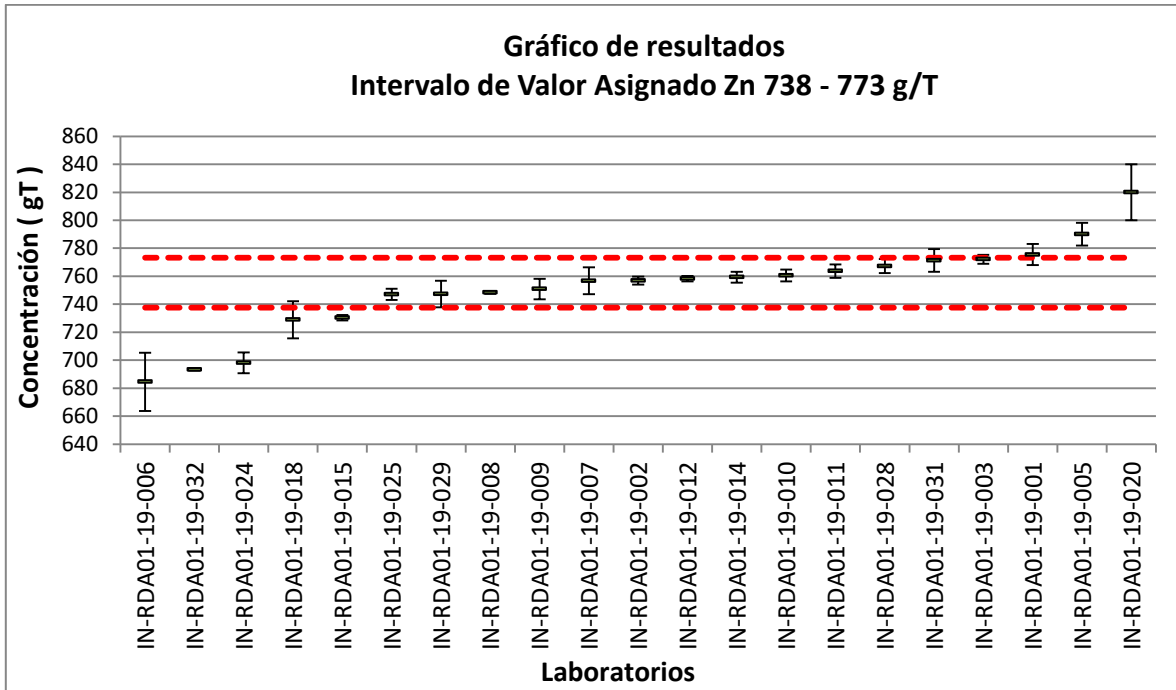
**Elemento** : Oro

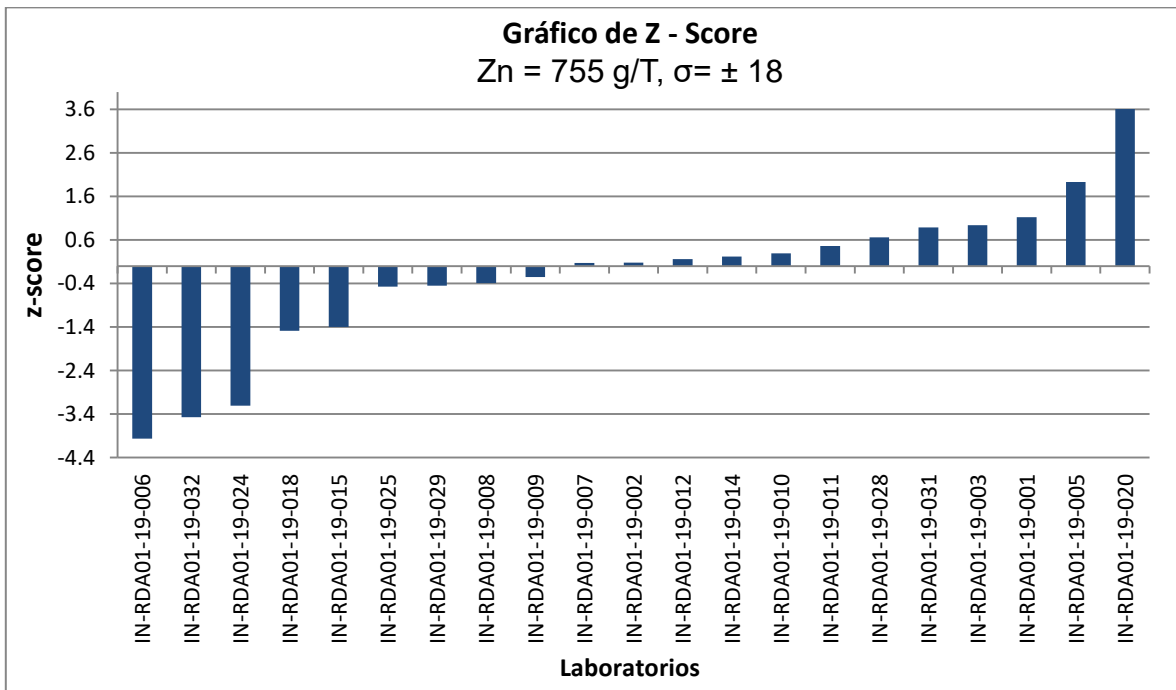
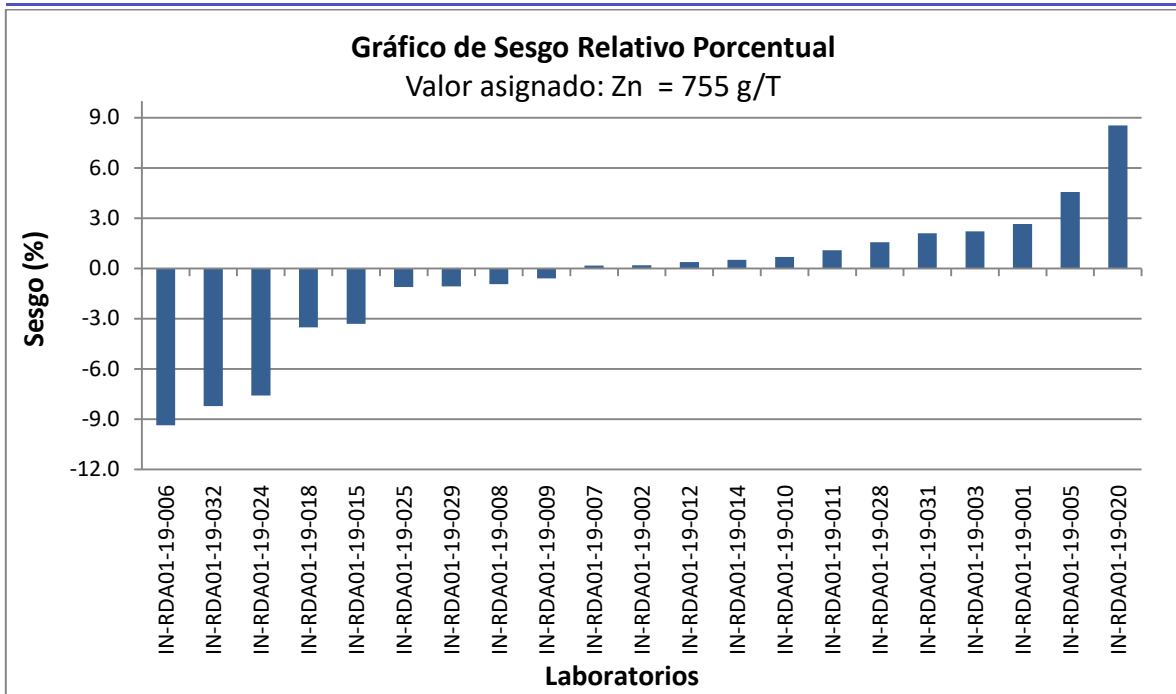




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

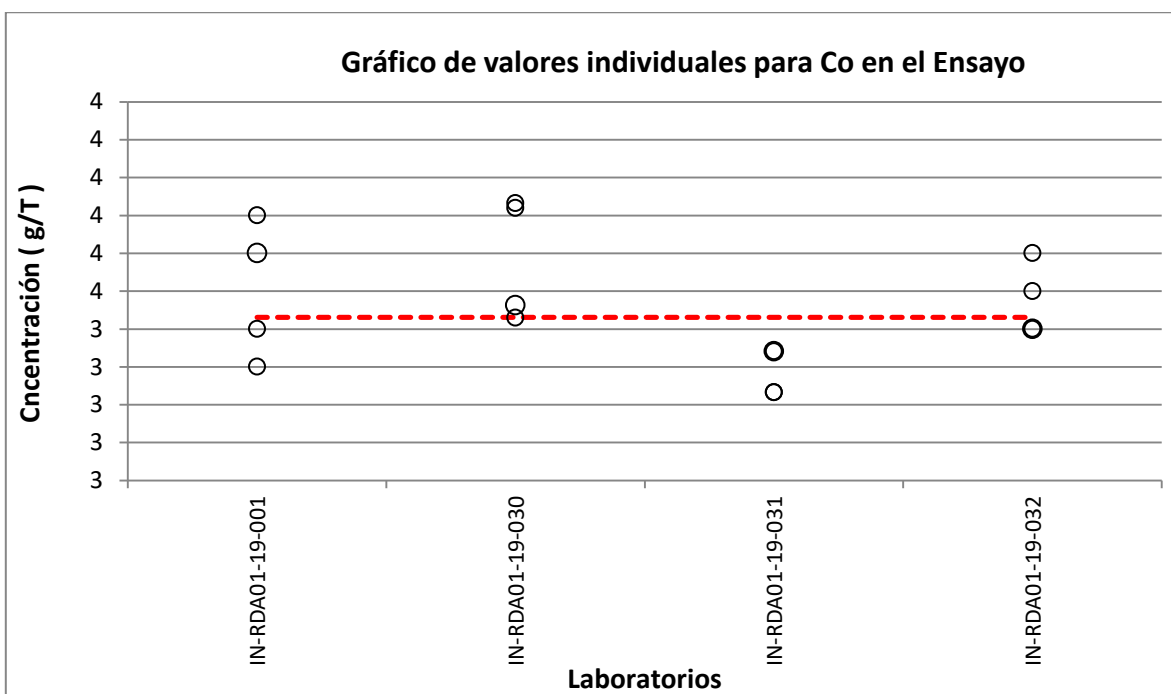
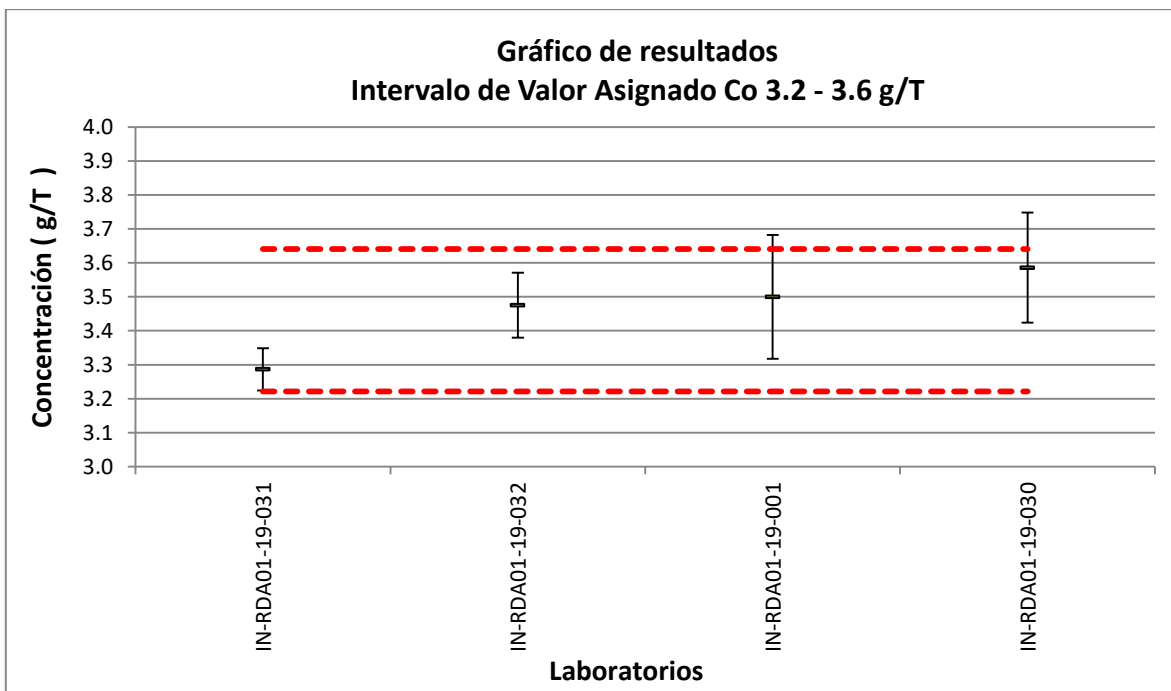
**Elemento** : Cinc



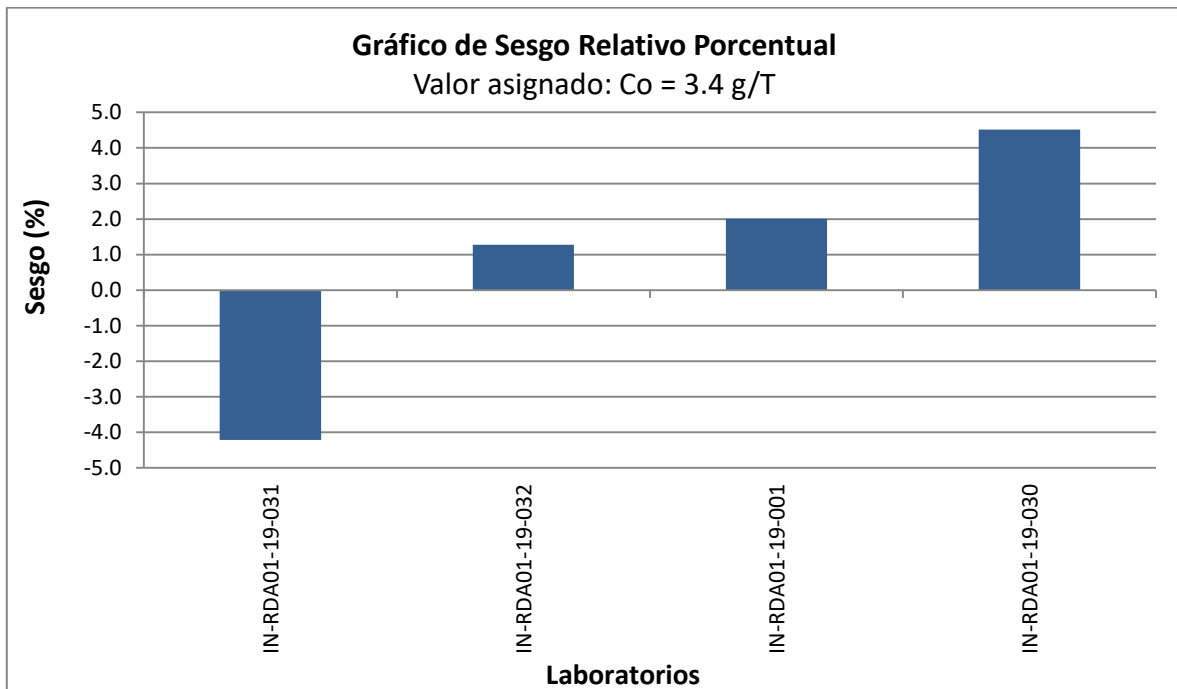
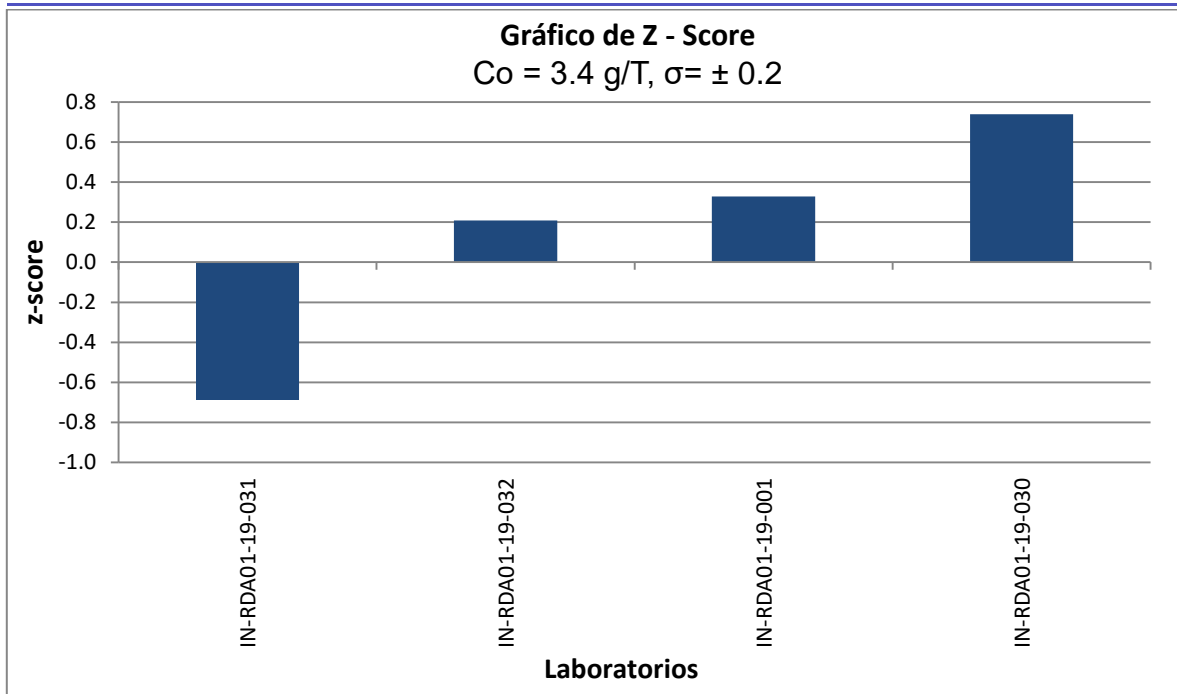


Material : Mineral de Cobre IN-410

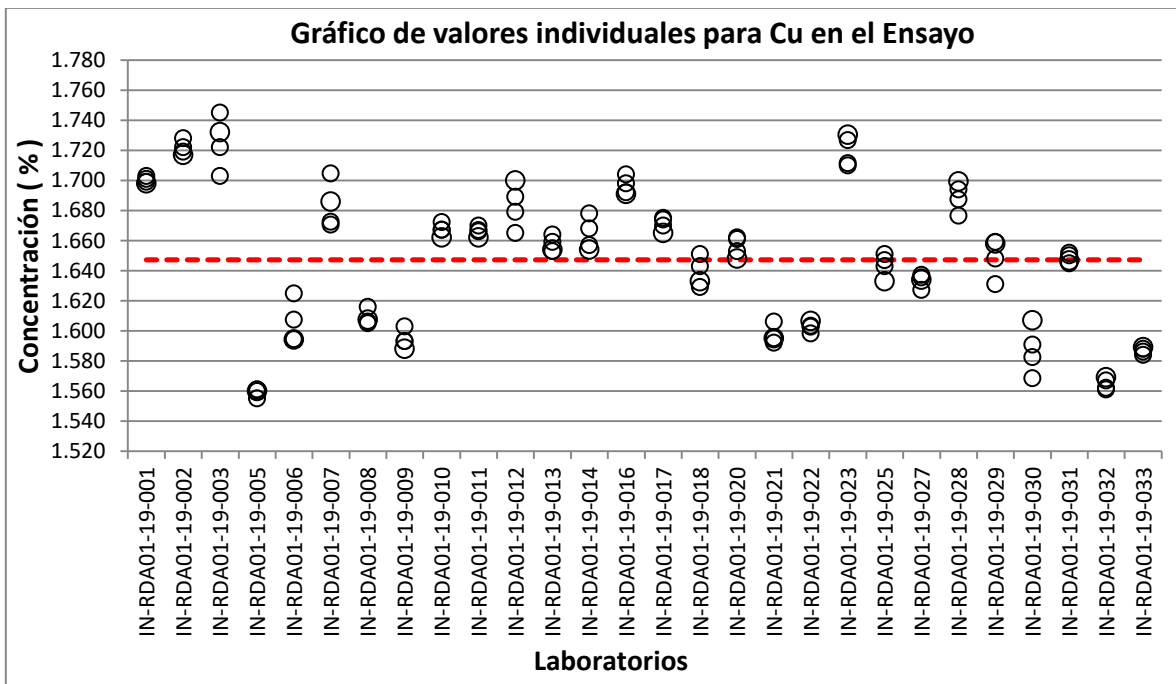
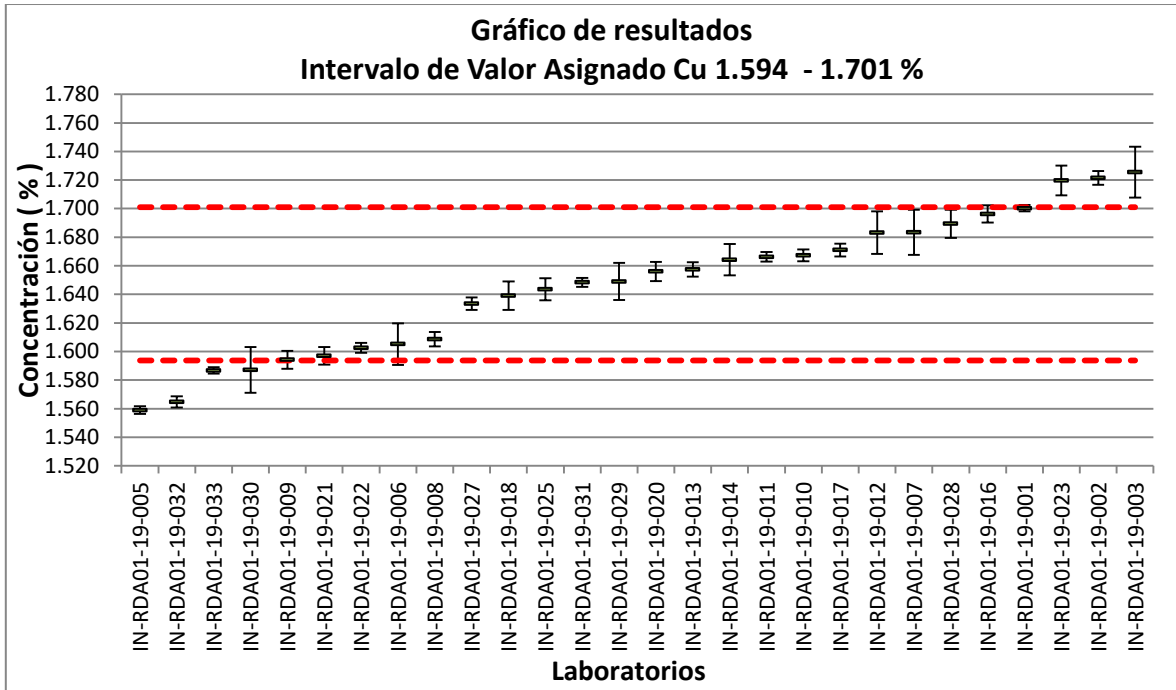
Elemento : Cobalto

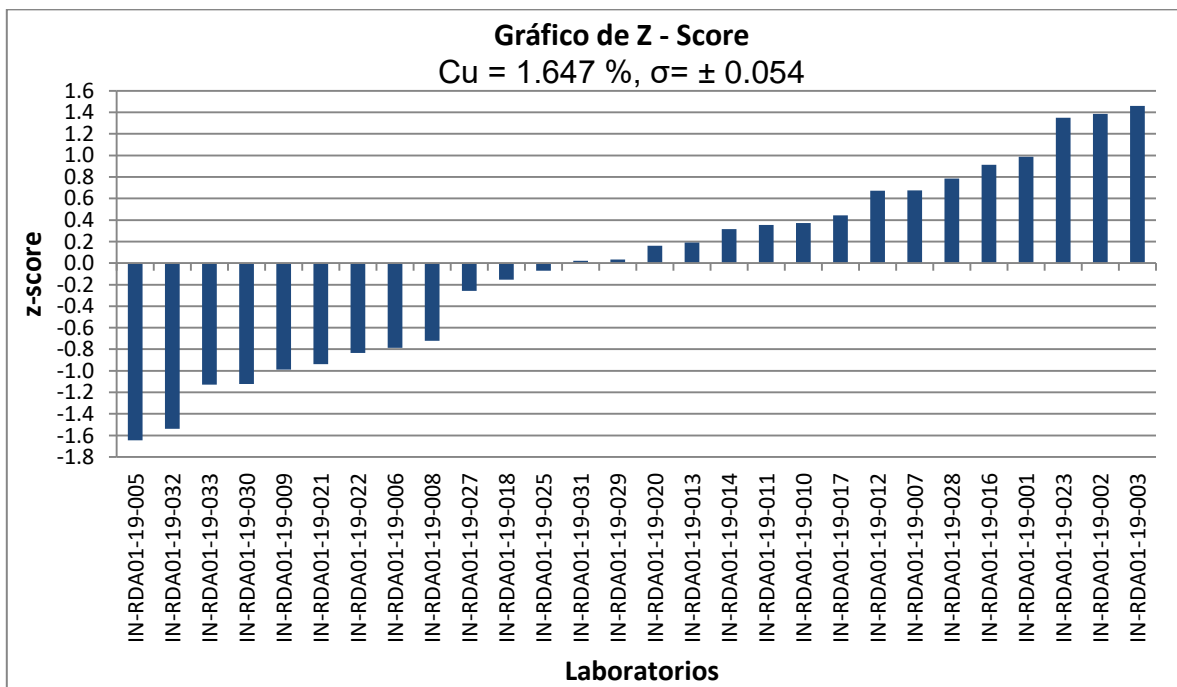
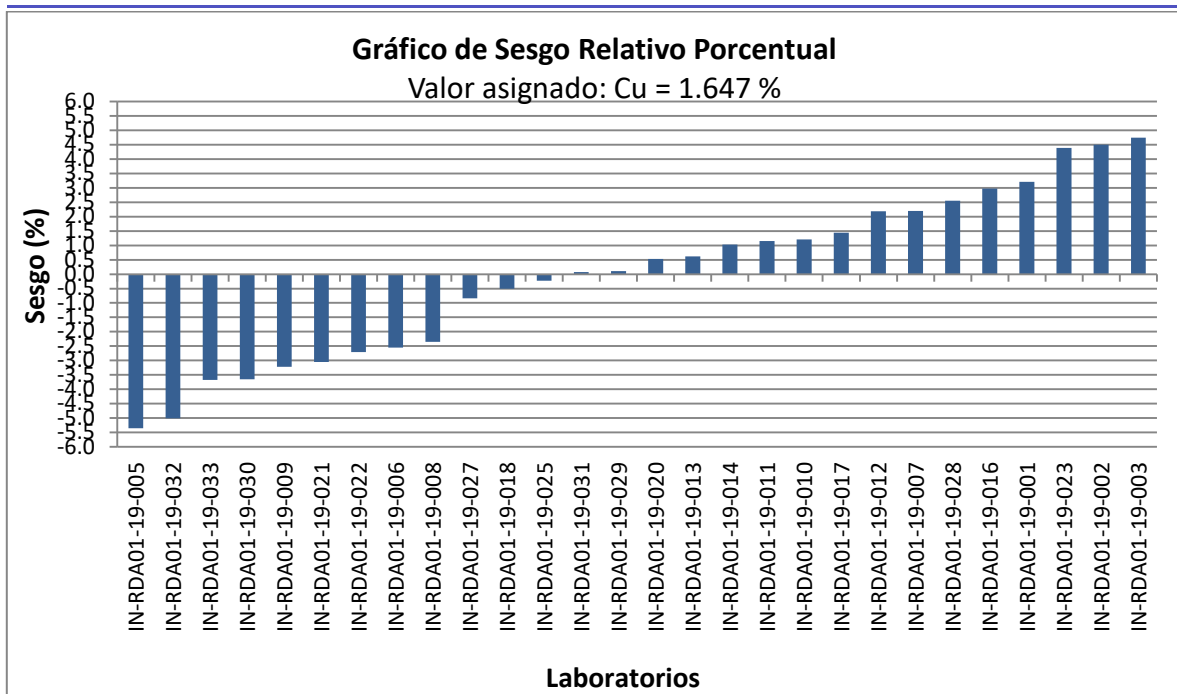






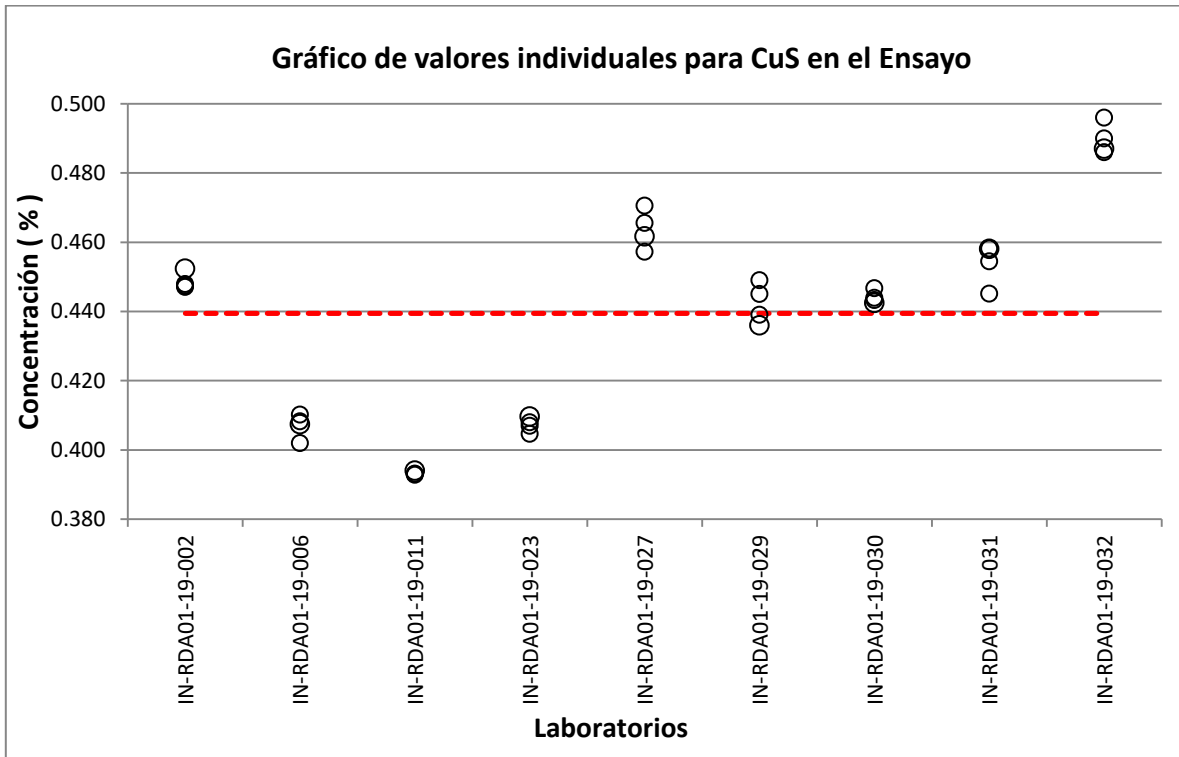
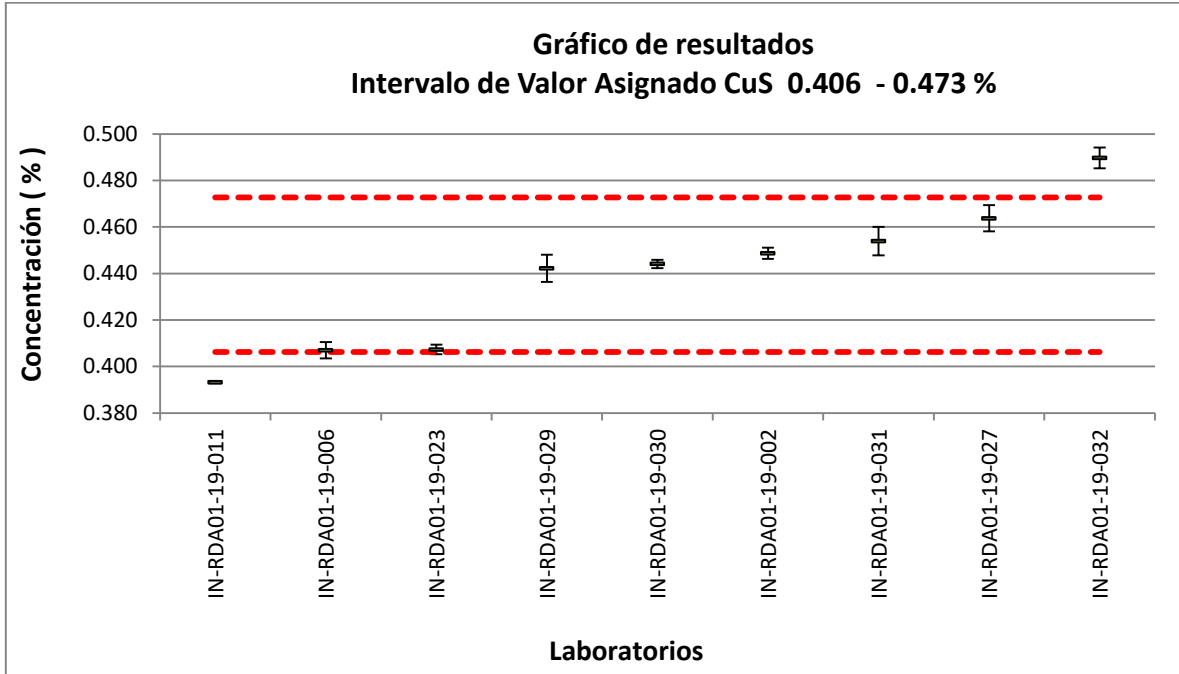
Elemento : Cobre

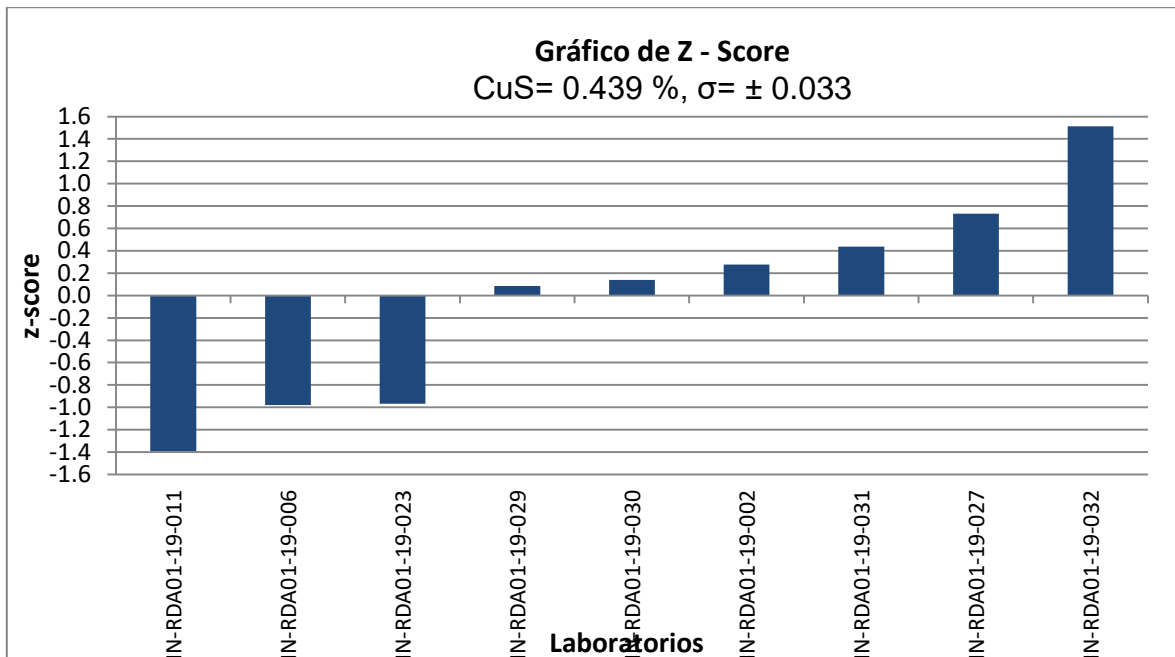
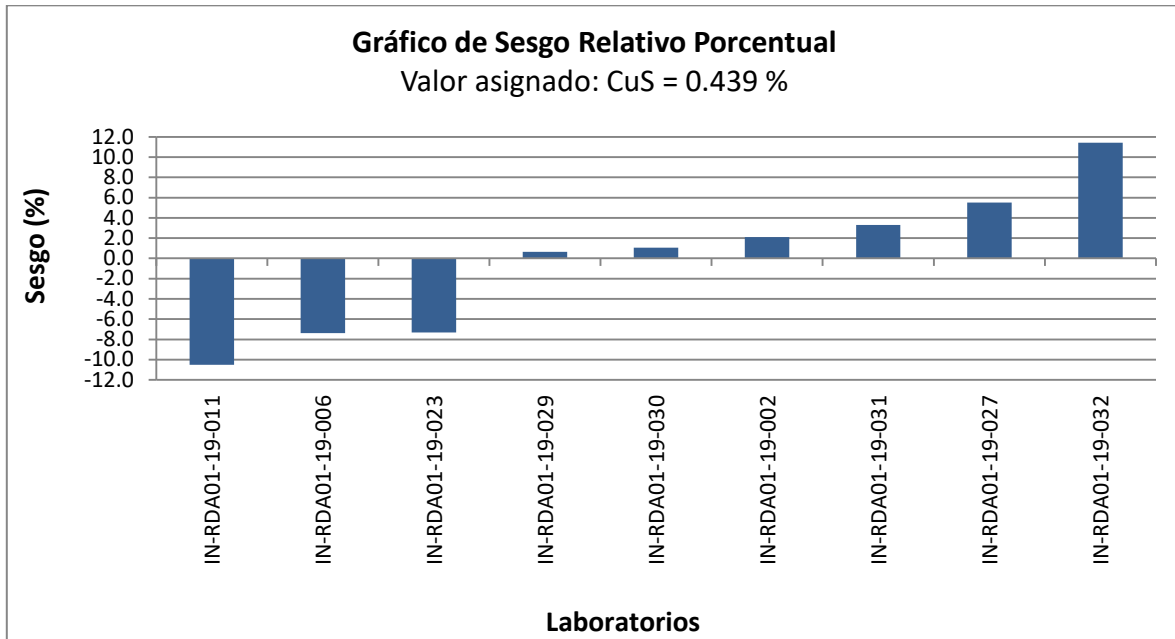




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

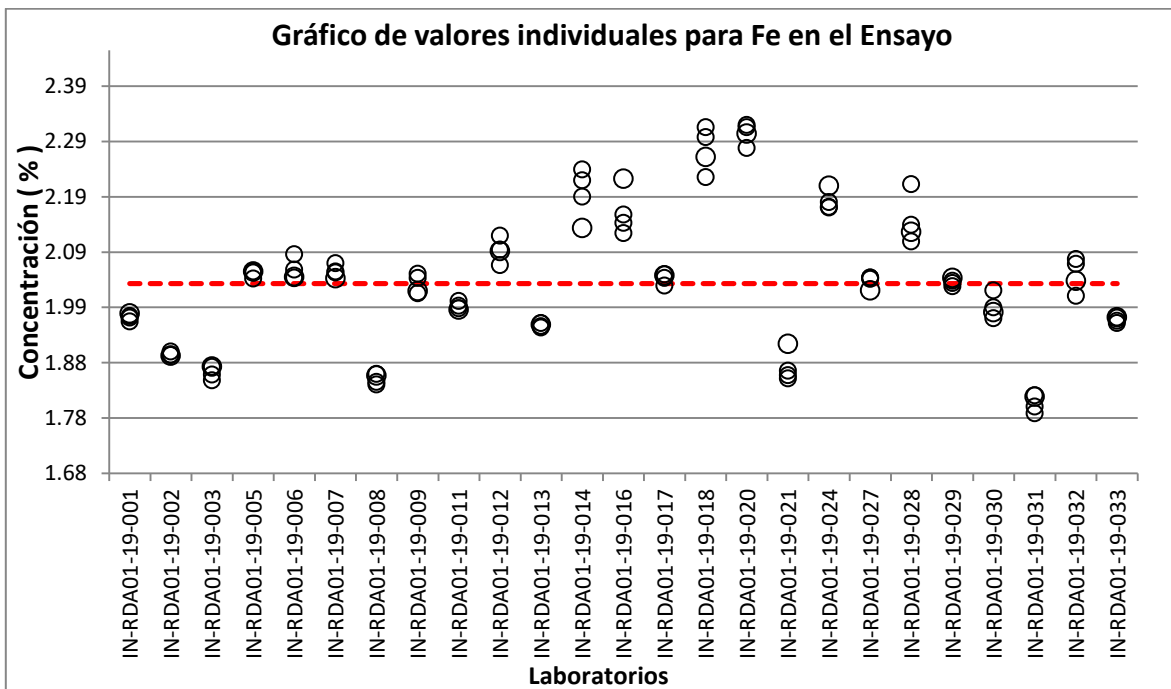
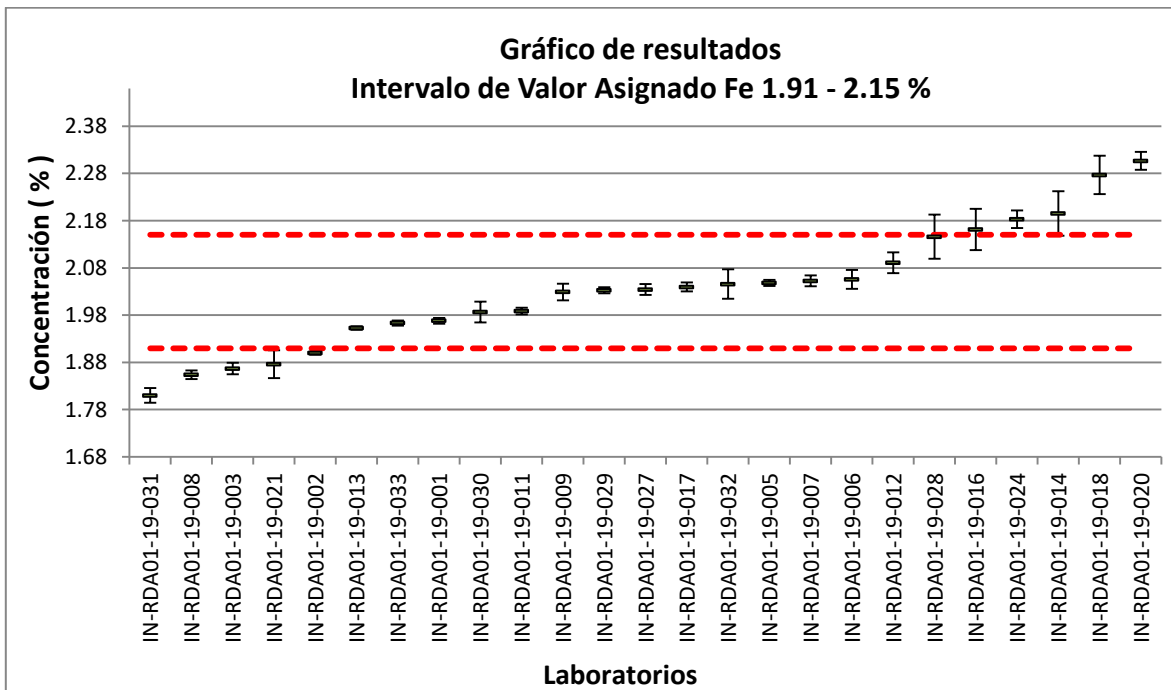
**Elemento** : Cobre Soluble

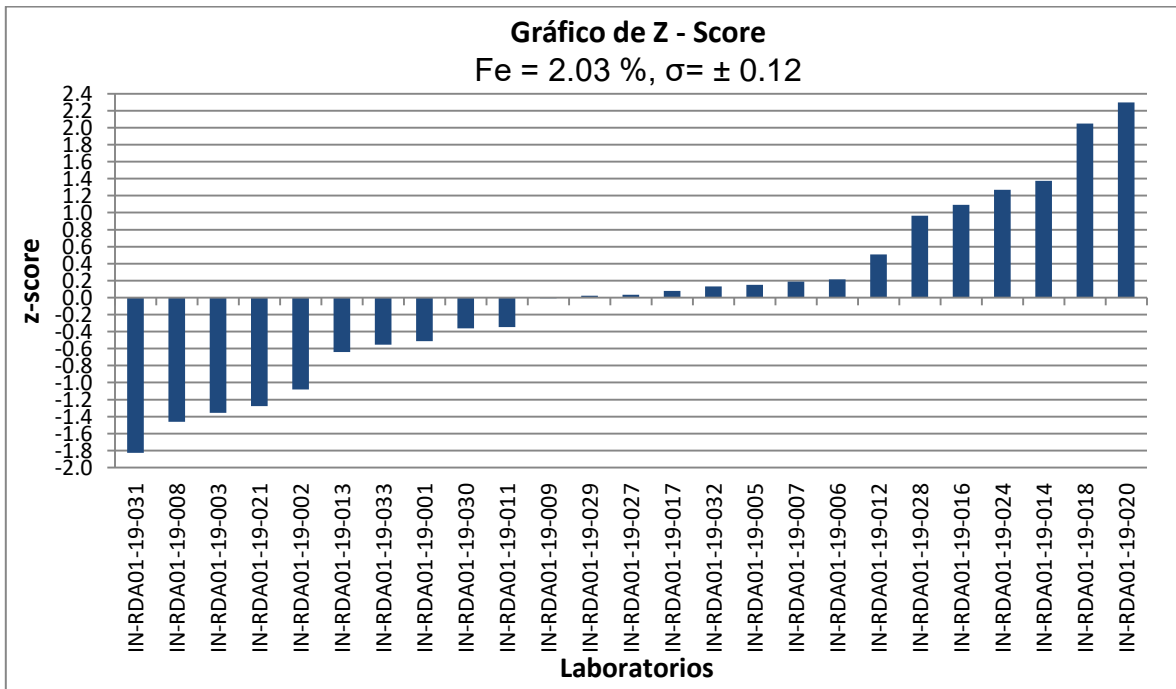
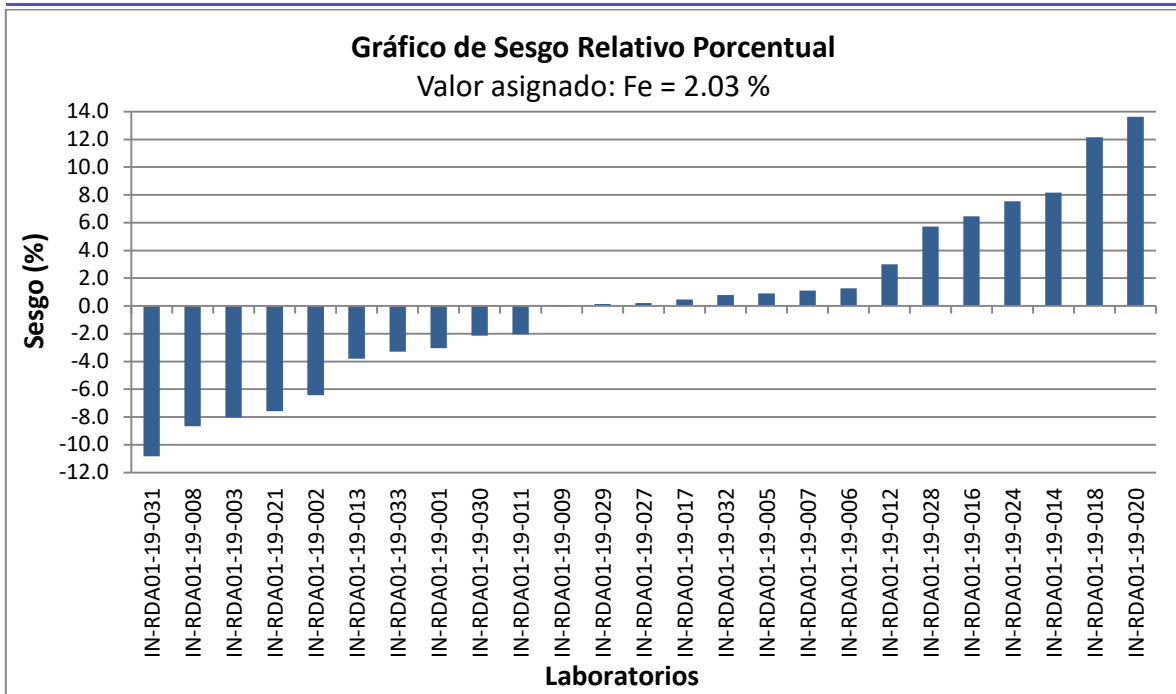




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

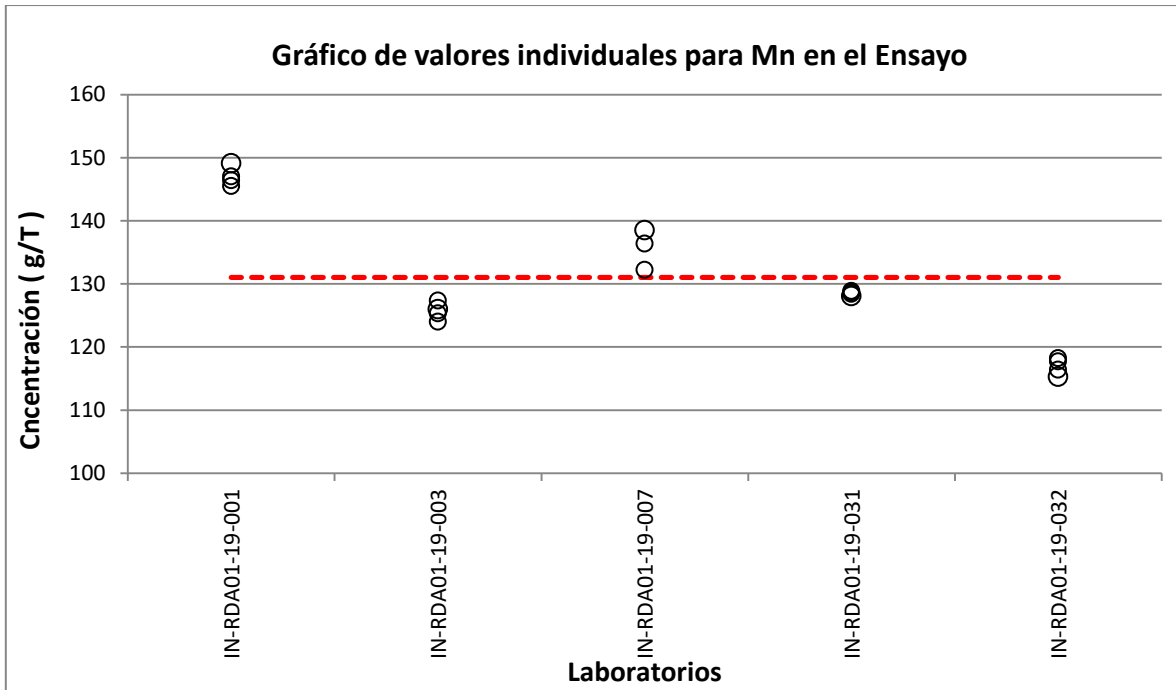
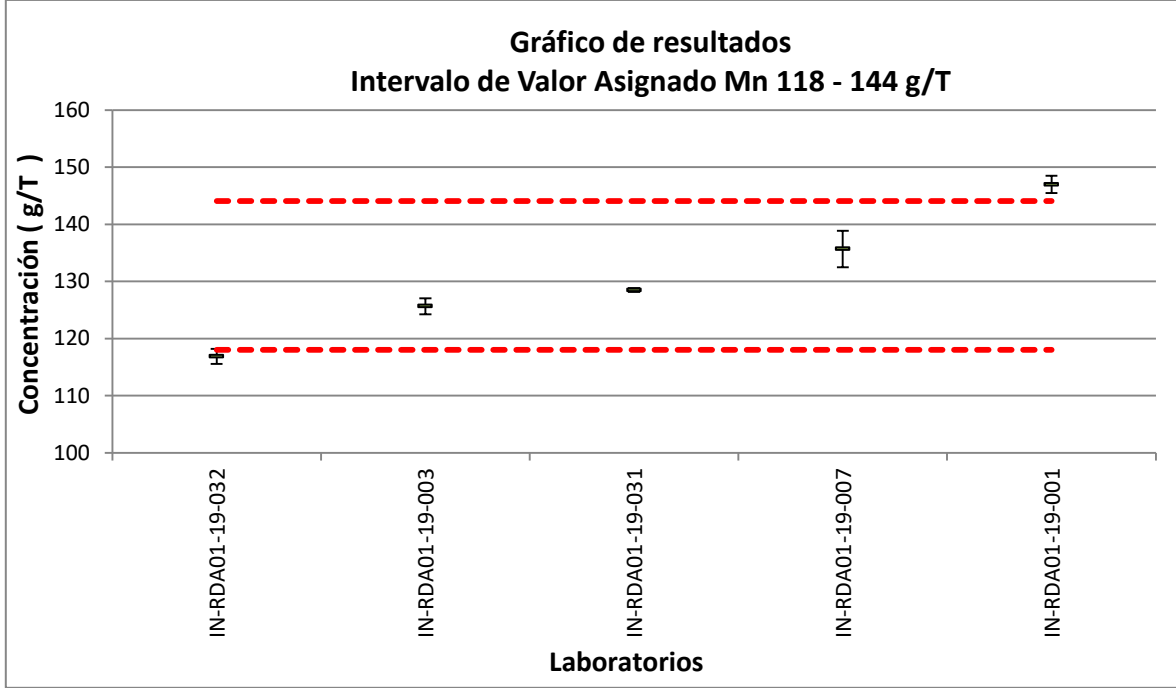
**Elemento** : Hierro



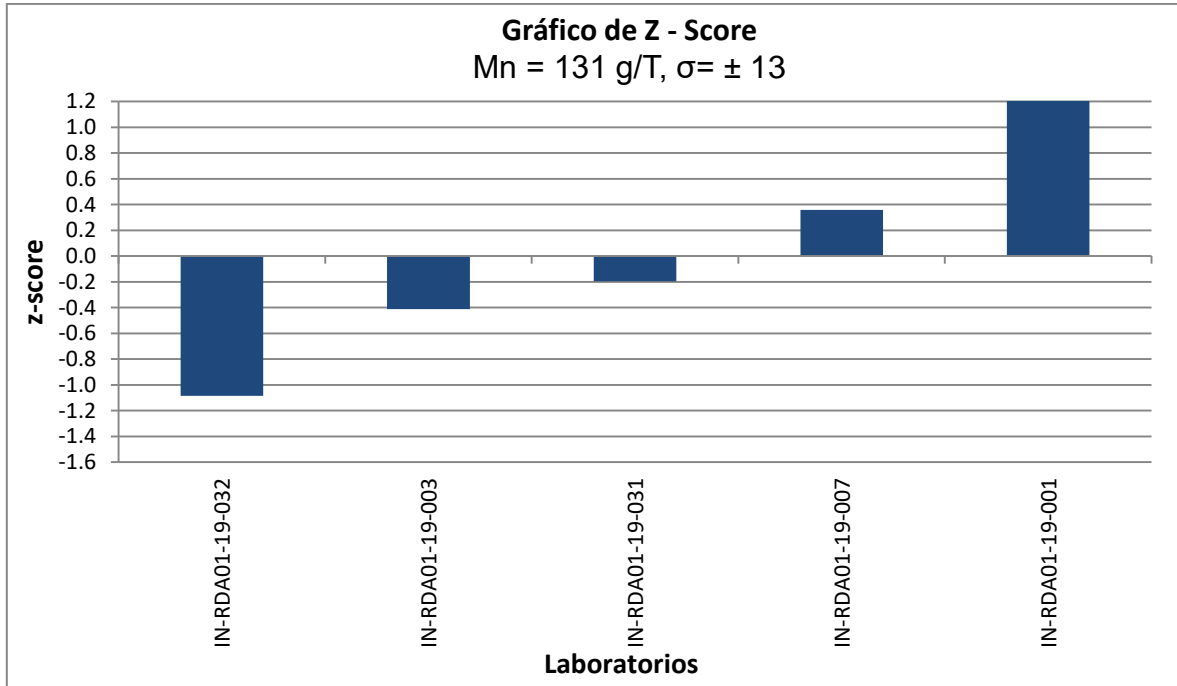
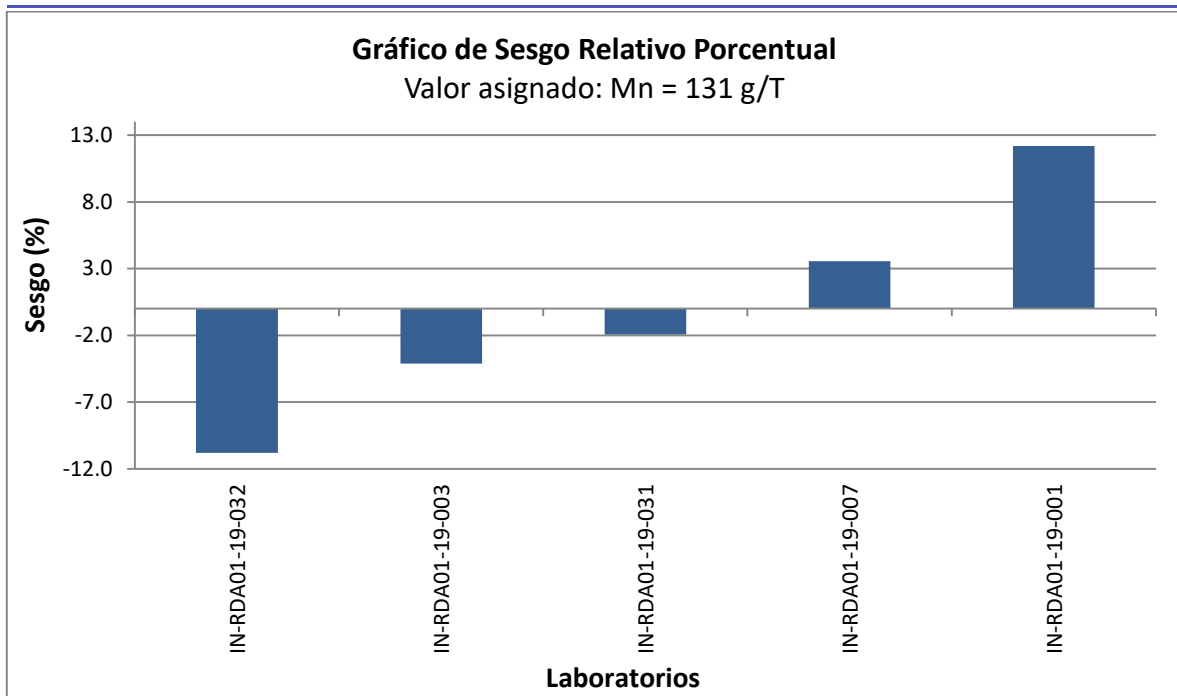


**Material** : Mineral de Cobre IN-410

**Elemento** : Manganeso´

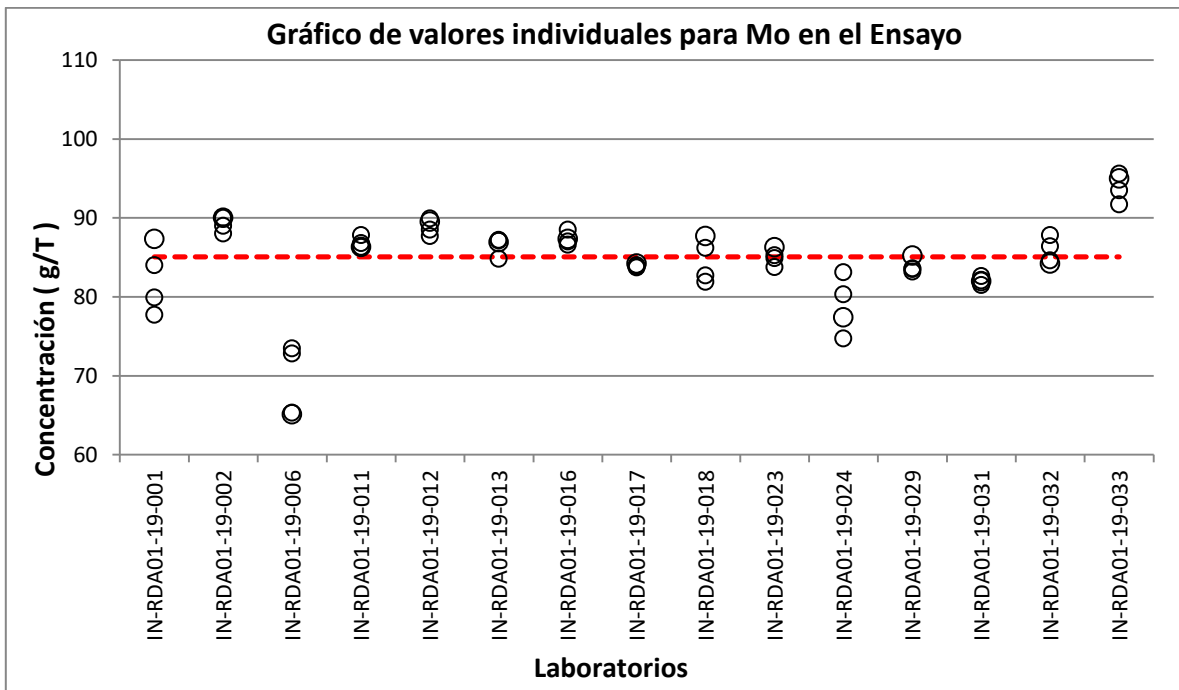
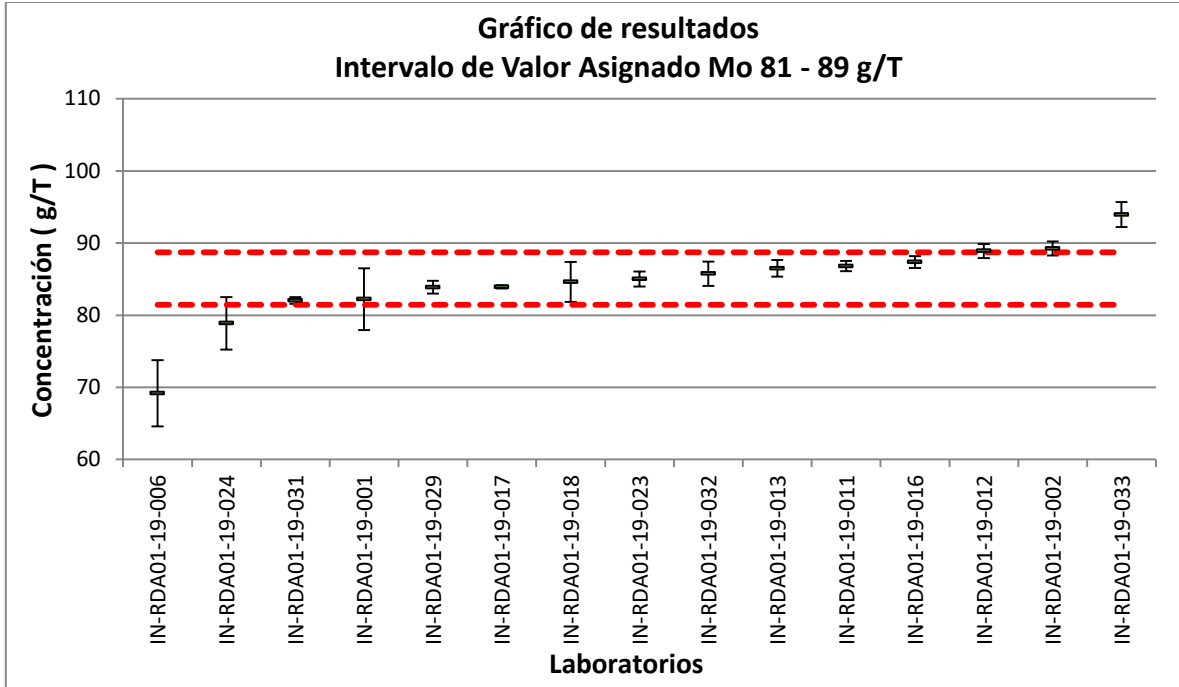


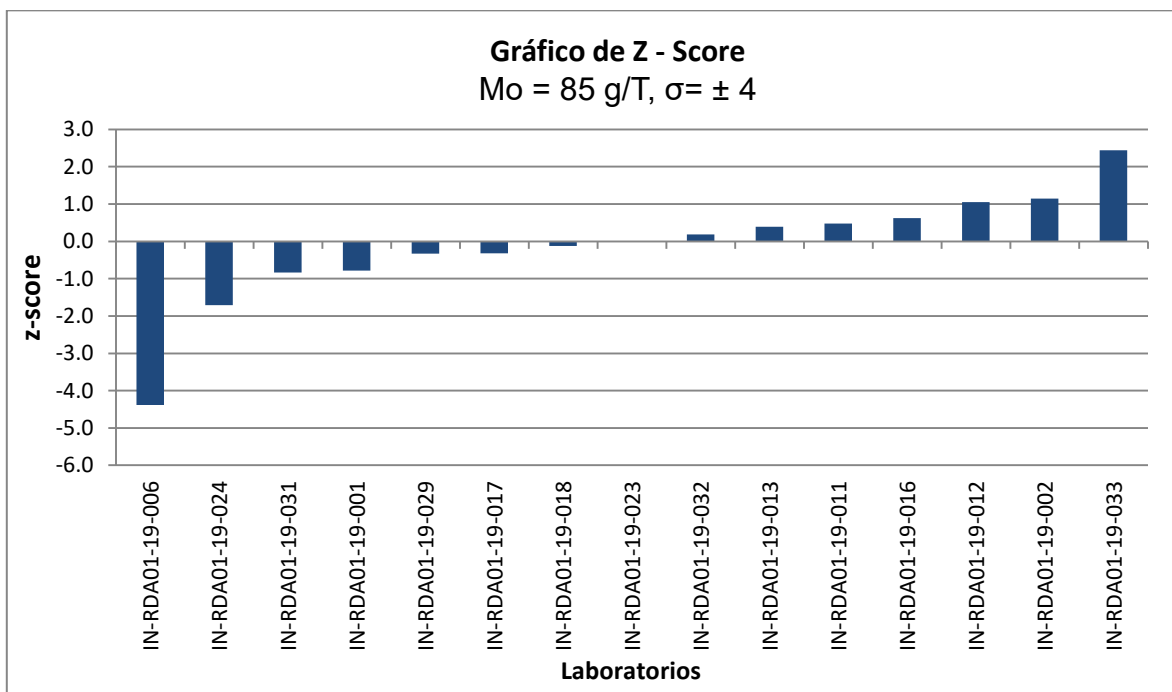
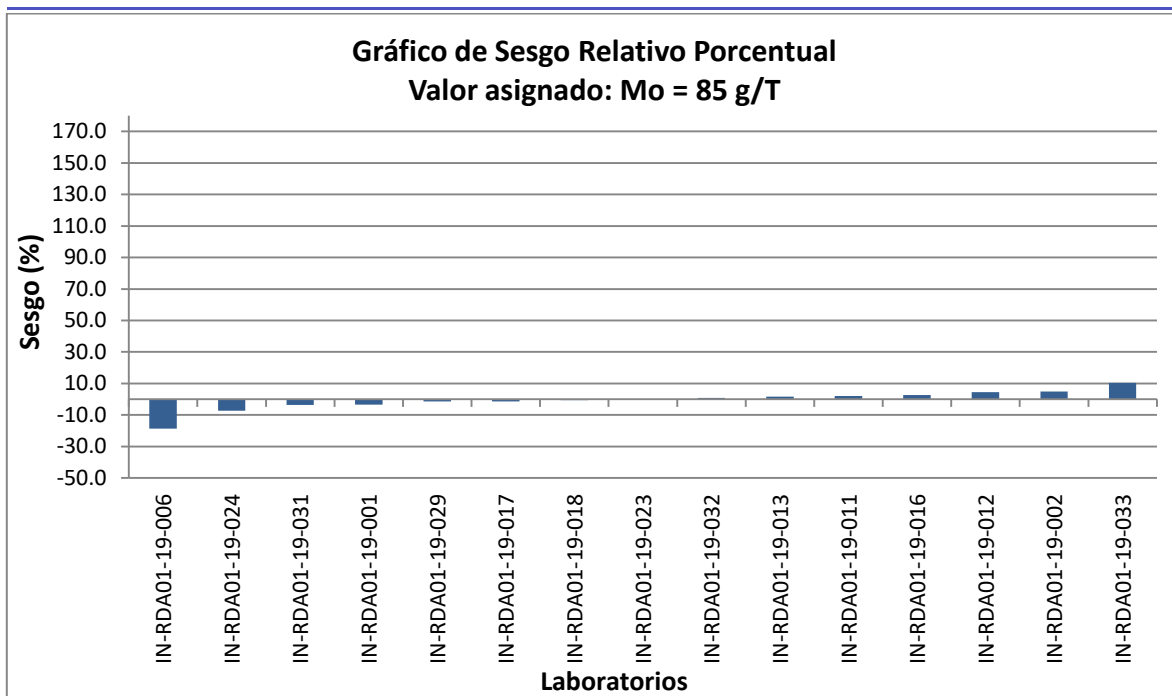




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

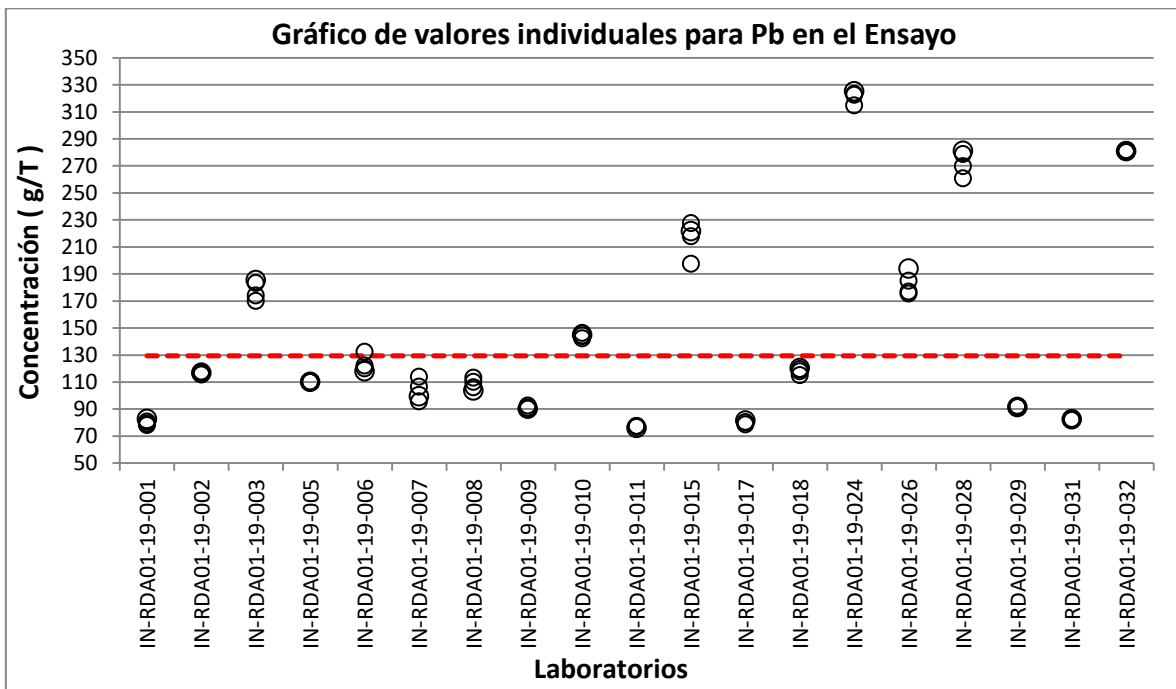
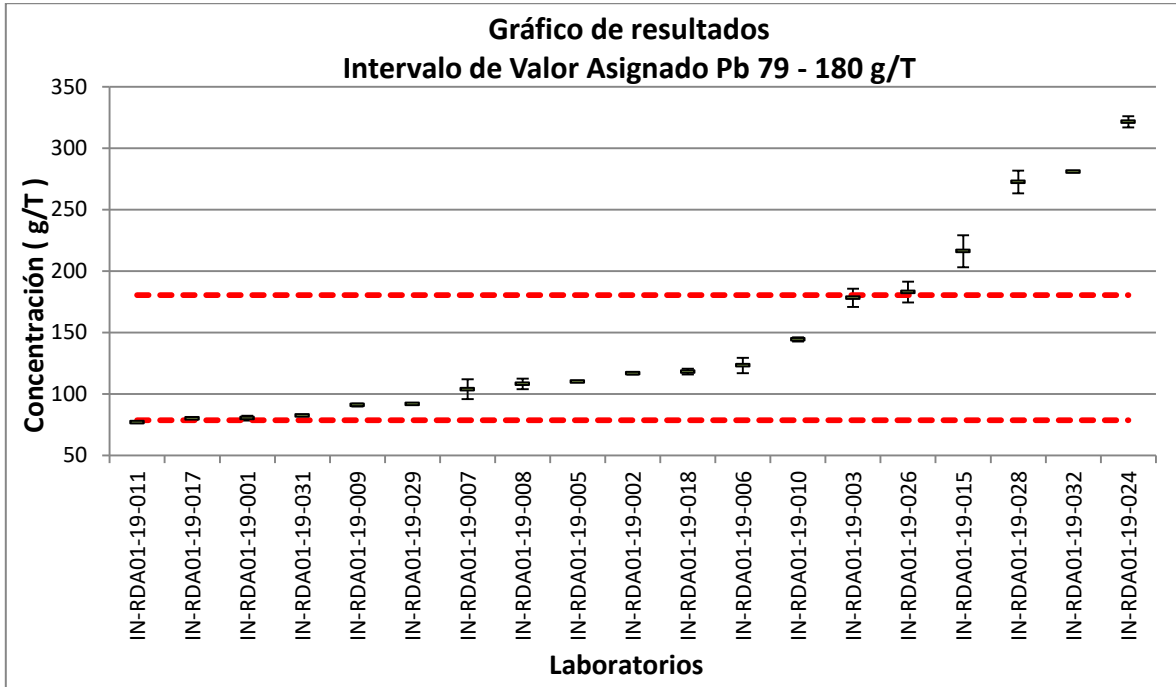
**Elemento** : Molibdeno

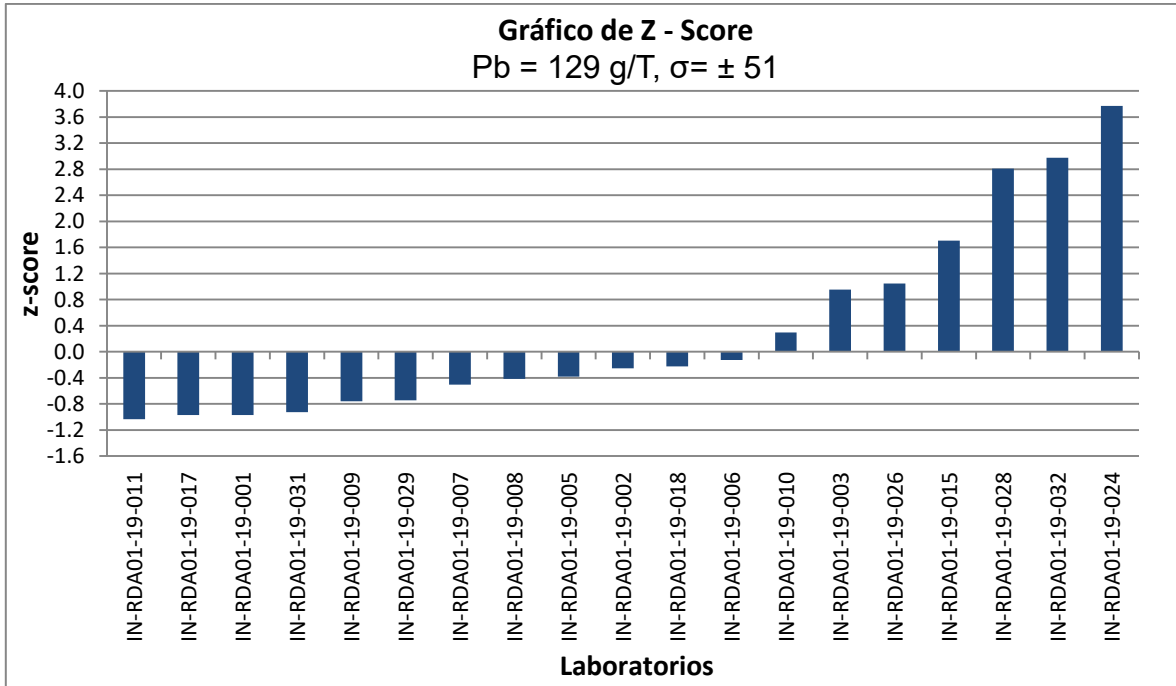
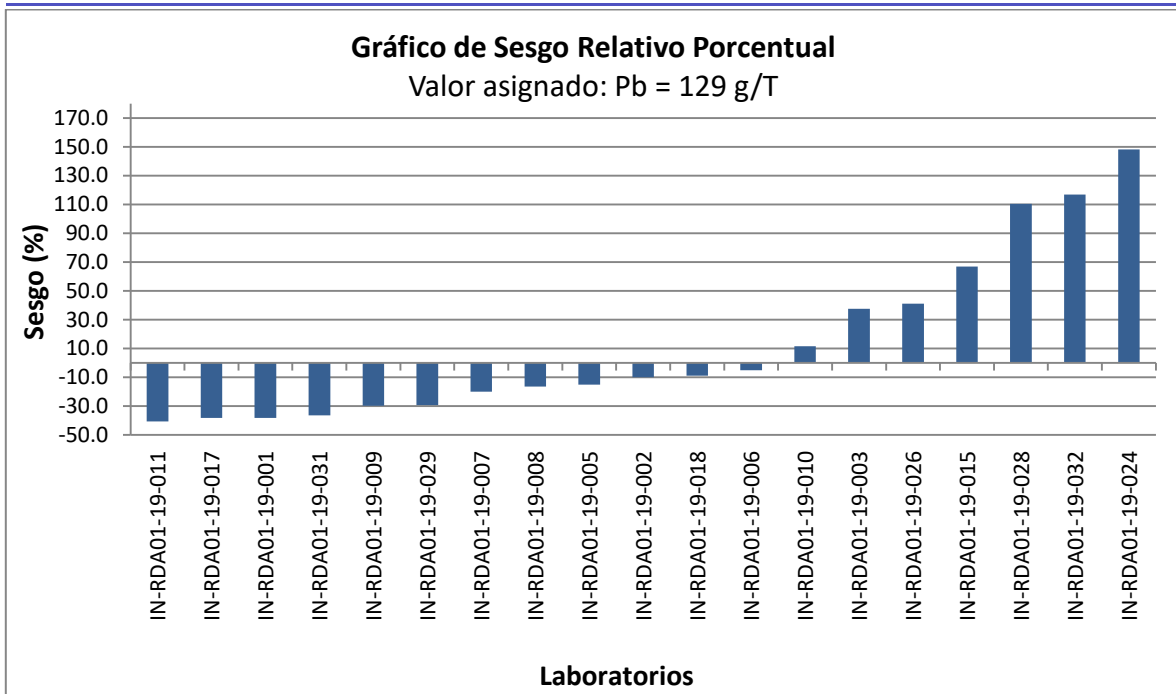




**Material** : Mineral de Cobre IN-410

**Elemento** : Plomo







**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, ESTANDARIZACION Y METROLOGÍA LTDA.**  
Pedro Aguirre Cerda #8366, Antofagasta  
Fono: 55-2893408, correo: [ventas@intem.cl](mailto:ventas@intem.cl), sitio web: [www.intem.cl](http://www.intem.cl)

---