



INFORME B

ENSAYO DE APTITUD CONCENTRADO DE COBRE

INN – DCH N° C-2104

Diciembre 2021

Instituto Nacional de Normalización
Codelco Chile – División Chuquicamata

Índice

Capítulo	Contenido	Nº de Pagina
1	Lista de Participantes	3
2	Antecedentes Generales	4
3	Objetivos	4
4	Material de Ensayo	5
5	Análisis Estadísticos	6
5.1	Resultados Informados	6
5.2	Gráficos por Laboratorio y basados en incertidumbre	9
5.3	Detección de valores anómalos (outliers)	13
5.4	Determinación de valor asignado	15
5.5	Evaluación del desempeño por Laboratorio y gráficos	16
5.5.2	Gráficas del desempeño por Laboratorio	20
6	Información sobre metodologías, masas y volúmenes utilizados en el análisis estadístico	23
7	Resumen del Estudio	27
8	Conclusiones	29
	Bibliografía	31
Anexo N°1	Anexo N° 1 Método de análisis químico por Laboratorio	32
Anexo N°2	Tablas Error Normalizado y Z-score	37
Anexo N°3	Carta conductora	40

1. Lista de Participantes

N°	Empresa
1	[Cesmec]-Iquique - Bureaveritas
2	División Chuquicamata - Codelco Chile
3	Alfred Knight (Sierra Gorda)
4	División Salvador - Codelco Chile
5	Minera Candelaria
6	Bureau Veritas (Carrizalillo) Caserones
7	[Cesmec]-Santiago- Bureaveritas
8	Cesmec Santiago (Div. Andina)
9	Alfred K Knight (Minera Los Pelambres)
10	Bureau Veritas (Coquimbo)
11	División El teniente - Codelco Chile
12	Bureau Veritas (Antof.)
13	Glencore Alto Norte
14	Alfred Knight (Antof)

2. Antecedentes Generales:

El presente informe contiene los resultados del segundo Ensayo de Aptitud, del año 2021, correspondiente a un concentrado de cobre, efectuada en virtud del Convenio de Cooperación suscrito entre el Instituto Nacional de Normalización (INN) y la División Chuquicamata de Codelco Chile. El ensayo se realizó durante los meses de Septiembre - Noviembre del año 2021.

Dentro de las actividades analíticas es importante mantener la excelencia, y muchos Laboratorios desarrollan sistemas de aseguramiento de la calidad para los servicios entregados. Como medio de control externo de la calidad se encuentra la participación en los ensayos de Interlaboratorios y que son requeridos por los organismos acreditadores.

Los ensayos de aptitud proporcionan una oportunidad de realizar comparaciones entre Laboratorios Químicos, para evaluar su desempeño con Laboratorios similares con la finalidad de detectar desvíos que les permitan tomar acciones correctivas en sus procesos.

La información generada será tratada confidencialmente, INN entregó a cada Laboratorio participante un código, con el que hicieron llegar sus resultados. Para este ensayo se entregó una muestra de Concentrado de cobre.

En esta oportunidad los análisis se realizaron según metodología propias de cada laboratorio químico. Siendo condición fundamental para la evaluación estadística el haber determinado la incertidumbre de cada analito informado, ya que el desempeño de cada participante se realizara mediante el cálculo del error normalizado con el valor asignado por el Laboratorio organizador.

Se proporciona el valor asignado de los analitos solicitados que fueron metrológicamente trazable a un material de referencia certificado con una incertidumbre medida y fiable. Esta fue medida por la metodología validada del Laboratorio de referencia nacional designado Codelco.

Los resultados de mediciones individuales obtenidos por los Laboratorios participantes se comparan con el valor asignado. Los ensayos solicitados fueron los siguientes:

Concentrado de cobre: Cobre, Arsénico, Plata, Azufre, Oro y Molibdeno.

3. Objetivos

El objetivo es determinar el desempeño de los Laboratorios participantes en el análisis de muestras de concentrado de cobre, además de ser capaces de determinar la incertidumbre de cada analito informado, esto para que cada participante demuestre competencia en su metodología analítica.

Dar a los laboratorios herramientas objetivas para que evalúen y mejoren sus mediciones.

4. Material de Ensayo

- **Concentrado de Cobre:** Es una muestra de material proveniente de la planta concentradora de Codelco división Chuquicamata, preparado en el Laboratorio Químico de Codelco – División Chuquicamata.

La muestra es identificada con clave y corresponden a concentrado de cobre de los yacimientos de la División Chuquicamata.

Cada Laboratorio recibió las instrucciones para la mantención de la muestra y realización de los análisis requeridos, de acuerdo a carta conductora **Anexo N°3 (Pagina N°40)** del protocolo de Ensayo de Aptitud INN-DCH-2104.

Test de Homogeneidad:

Resumen Homogeneidad entre frascos (Anova).

Elemento	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	0,0297778	0,0183333	1,62	0,18	Existe Homogeneidad
S	0,1378148	0,1133333	1,22	0,34	Existe Homogeneidad
Mo	5,07E-06	3,567E-06	1,42	0,24	Existe Homogeneidad
As	0,004557	0,0021633	2,11	0,08	Existe Homogeneidad
Ag	5,9407407	4,70	1,26	0,31	Existe Homogeneidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa en la homogeneidad entre frascos, con un nivel de confianza del 95%

Resumen Homogeneidad dentro de frascos (Anova).

Elem.	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	0,02111	0,01556	1,36	0,33	Existe Homogeneidad
S	0,30778	0,21000	1,47	0,30	Existe Homogeneidad
Mo	0,00001	0,00000	3,00	0,13	Existe Homogeneidad
As	0,00021	0,00112	0,19	0,83	Existe Homogeneidad
Ag	6,33333	3,88889	1,63	0,27	Existe Homogeneidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que no existe diferencia estadísticamente significativa en la homogeneidad dentro de frascos, con un nivel de confianza del 95%

Estudio de estabilidad (regresión lineal).

Tiempo de estudio 62 meses, desde agosto del 2016 a noviembre 2021

Elem.	CM Factor	CM Error	F	P-value	Conclusión
Cu	0,0014627	0,0005046	2,9	0,164	Existe Estabilidad
Ag	6,2272	6,42427	0,97	0,397	Existe Estabilidad
As	0,0000177	0,0001405	0,13	0,757	Existe Estabilidad
S	0,0211178	0,0596495	0,35	0,612	Existe Estabilidad

Obs: Como el P-value es mayor a 0.05, se determina que existe estabilidad de las muestras en el tiempo analizado, con un nivel de confianza del 95%.

5. Análisis Estadísticos

El tratamiento estadístico de los datos se realizó de acuerdo a la norma ISO/IEC17043:2010, y éste consistió en:

- 5.1 Resultados informados (paginas N° 6, 7 y 8)
- 5.2 Gráficos por Laboratorio y basados en U exp. (Paginas N° 9, 10 11 y 12)
- 5.3 Detección de valores anómalos (outliers) (paginas N° 13 y 14)
- 5.4 Determinación del valor asignado (Página 15)
- 5.5 Evaluación del desempeño por Laboratorio, Error Normalizado (En) y Z-score (pág. N° 16 y 17)
- 5.6 Gráfico del desempeño por Laboratorio, por En y Z-score (páginas N° 19 al 22)
- 5.7 Gráfico de metodologías, masas usadas y volúmenes utilizados (páginas del 23 al 26)

Se realizó el análisis de datos anómalos mediante el test de Dixon y Rango intercuartilico. Una vez establecidos los datos anómalos, se procedió a realizar el análisis estadístico, sin ser excluidos los valores anómalos. El desempeño de cada Laboratorio fue evaluado de acuerdo al En (error Normalizado)

5.1 Resultados Informados

Participan 16 Laboratorios en el ensayo de aptitud. De estos, todos informaron la incertidumbre

- Evaluación del comportamiento de los participantes que reportaron la incertidumbre en sus resultados

Los resultados informados por los Laboratorios se presentan en las siguientes tablas:

A) Resultados informados por los laboratorios según metodología indicada por el laboratorio organizador.

	Resultados no considerados (no informan incertidumbre)
-	Sin información

	Cu %	As %	Ag g/t	S %	Au g/t	Mo g/t
C-2104-11	28,521	1,501	150,7	37,7	0,8	6,5
	28,485	1,527	149,1	37,8	0,8	6,7
	28,489	1,513	148,9	37,7	0,8	6,3
	28,508	1,510	149,8	37,9	0,8	6,4
	28,519	1,534	148,5	37,9	0,8	6,4
	28,523	1,528	149,1	37,8	0,8	6,3
C-2104-21	28,531	1,551	-	-	-	661,6
	28,503	1,553	-	-	-	651,5
	28,505	1,560	-	-	-	651,4
	28,489	1,556	-	-	-	657,2
	28,488	1,552	-	-	-	648,7
	28,520	1,541	-	-	-	653,3
C-2104-22	28,4875	-	-	-	-	-
	28,4819	-	-	-	-	-
	28,5217	-	-	-	-	-
	28,4255	-	-	-	-	-
	28,4255	-	-	-	-	-
	28,4142	-	-	-	-	-
C-2104-33	28,512	1,523	137,9	-	0,7	673,5
	28,448	1,528	139,8	-	0,8	668,7
	28,506	1,529	138,3	-	0,7	664,7
	28,453	1,527	140,4	-	0,8	658,7
	28,469	1,538	140,1	-	0,8	667,9
	28,497	1,514	141,4	-	0,7	648,2
C-2104-39	28,45	1,615	140,7	37,6	-	6950,0
	28,43	1,639	143,8	37,7	-	6900,0
	28,49	1,624	139,3	37,7	-	6950,0
	28,47	1,611	139,9	37,7	-	6960,0
	28,48	1,617	138,1	37,7	-	6980,0
	28,47	1,621	138,7	37,7	-	6970,0
C-2104-45	28,417	1,58	136,3	-	-	690,0
	28,422	1,585	137,0	-	-	690,6
	28,425	1,586	137,3	-	-	718,0
	28,426	1,587	138,0	-	-	724,6
	28,439	1,589	139,2	-	-	725,1
	28,443	1,597	139,6	-	-	727,0
C-2104-49	28,568	1,512	133,4	37,2	-	651,2
	28,409	1,538	138,7	37,5	-	648,3
	28,503	1,511	140,9	37,2	-	637,4
	28,423	1,516	135,3	37,7	-	670,4
	28,563	1,534	137,6	38,0	-	653,6
	28,498	1,568	137,8	37,5	-	656,6
C-2104-50	28,459	1,542	141,6	37,5	-	630,0
	28,482	1,538	140,1	37,1	-	632,7
	28,499	1,537	140,0	37,5	-	637,9
	28,466	1,551	142,9	37,3	-	639,5
	28,465	1,550	140,8	37,3	-	628,1
	28,482	1,547	140,6	37,5	-	634,5

Cu %	U exp.	As %	U exp.	Ag g/t	U exp.	S %	U exp.	Au g/t	Mo g/t
28,507	0,501	1,519	5,593	149,4	3,6	37,8	1,3	0,8	6,4
28,506	0,110	1,552	0,01	-	-	-	-	-	654,0
28,459	0,039	-	-	-	-	-	-	-	-
28,481	0,097	1,527	0,057	139,7	2,0	-	-	0,8	663,6
28,465	0,055	1,621	0,02	140,1	4,0	37,667	0,5	-	6951,7
28,429	0,070	1,587	0,02	137,9	4,0	-	-	-	712,6
28,494	0,136	1,53	0,073	137,3	6,5	37,517	0,7	-	652,9
28,476	0,150	1,544	0,069	141,0	6,9	37,367	0,65	-	633,8

	Cu %	As %	Ag g/t	S %	Au g/t	Mo g/t
C-2104-51	28,440	1,57333	138,3	37,3	0,8	-
	28,44	1,59338	139,4	37,1	0,8	-
	28,485	1,55666	139,6	38,0	0,8	-
	28,415	1,5758	138,3	38,0	0,8	-
	28,475	1,57508	139,2	37,7	0,8	-
	28,5	1,60823	139,0	37,3	0,8	-
C-2104-59	28,446	1,578	139,7	36,9	0,8	728,0
	28,406	1,567	138,6	37,0	0,9	701,3
	28,440	1,573	137,0	36,9	0,8	708,5
	28,436	1,607	139,4	37,0	0,7	693,3
	28,441	1,569	138,3	36,8	0,8	702,4
	28,418	1,59	140,8	36,8	-	687,2
C-2104-66	28,548	1,453	140,8	37,5	-	696,3
	28,548	1,453	141,8	38,0	-	688,4
	28,559	1,457	142,9	37,6	-	686,0
	28,576	1,432	142,9	37,6	-	667,8
	28,677	1,461	141,8	37,7	-	684,2
	28,481	1,458	140,8	37,9	-	679,9
C-2104-68A	28,509	1,549	145,6	37,0	0,5	664,6
	28,633	1,538	146,2	37,0	0,6	656,3
	28,512	1,582	148,2	36,8	0,4	639,7
	28,503	1,568	144,3	37,0	0,4	639,6
	28,497	1,566	144,5	36,8	0,5	639,7
	28,481	1,550	148,0	36,8	0,5	639,0
C-2104-68B	28,441	-	-	-	-	-
	28,545	-	-	-	-	-
	28,461	-	-	-	-	-
	28,471	-	-	-	-	-
	28,495	-	-	-	-	-
	28,414	-	-	-	-	-
C-2104-87	28,624	1,564	-	36,7	-	694,0
	28,715	1,580	-	36,5	-	690,1
	28,715	1,552	-	36,8	-	700,0
	28,620	1,558	-	36,6	-	730,0
	28,616	1,570	-	36,5	-	702,9
	28,707	1,589	-	36,6	-	720,1
C-2104-99A	28,428	-	141,1	-	0,7	-
	28,460	-	138,8	-	0,8	-
	28,439	-	139,8	-	0,8	-
	28,421	-	136,5	-	0,7	-
	28,424	-	138,9	-	0,8	-
	28,444	-	139,3	-	0,8	-
C-2104-99B	28,426	-	132,4	-	0,7	-
	28,435	-	132,5	-	0,7	-
C-2104-99B	28,443	-	132,9	-	0,8	-
	28,453	-	133,3	-	0,8	-
	28,453	-	133,6	-	0,8	-
	28,427	-	133,0	-	0,8	-

Cu %	U exp.	As %	U exp.	Ag g/t	U exp.	S %	U exp.	Au g/t	Mo g/t
28,459	0,141	1,58	0,07	139,0	6,6	37,533	0,63	0,8	-
28,431	0,056	1,581	0,036	139,0	3,3	36,877	0,39	0,8	703,4
28,565	0,128	1,452	0,02	141,8	1,8	37,698	0,523	-	683,8
28,523	0,193	1,559	0,064	146,1	6,9	36,885	0,559	0,5	646,5
28,471	0,114	-	-	-	-	-	-	-	-
28,666	0,051	1,57	0,014	-	-	36,628	0,08	-	706,2
28,436	0,100	-	-	139,1	5,0	-	-	0,8	-
28,440	0,100	-	-	133,0	5,0	-	-	0,8	-

5.2 Gráficos por Laboratorio y basados en incertidumbre

Los siguientes gráficos presentan el valor medio informado y su incertidumbre por cada laboratorio (en los analitos Cu, As, Ag y S) representados con un cuadrado y línea azul respectivamente. Además se incorporaron los valores individuales (6 valores) informados por cada laboratorio, para mostrar la dispersión v/s incertidumbre da cada uno.

La línea sólida de color rojo, indica el valor asignado por el “laboratorio químico designado” y las líneas puntuadas en rojo representan el rango de incertidumbre asociado al valor asignado.

5.2.1 Concentrado de Cobre

Gráfico N° 5.2.1.a.-

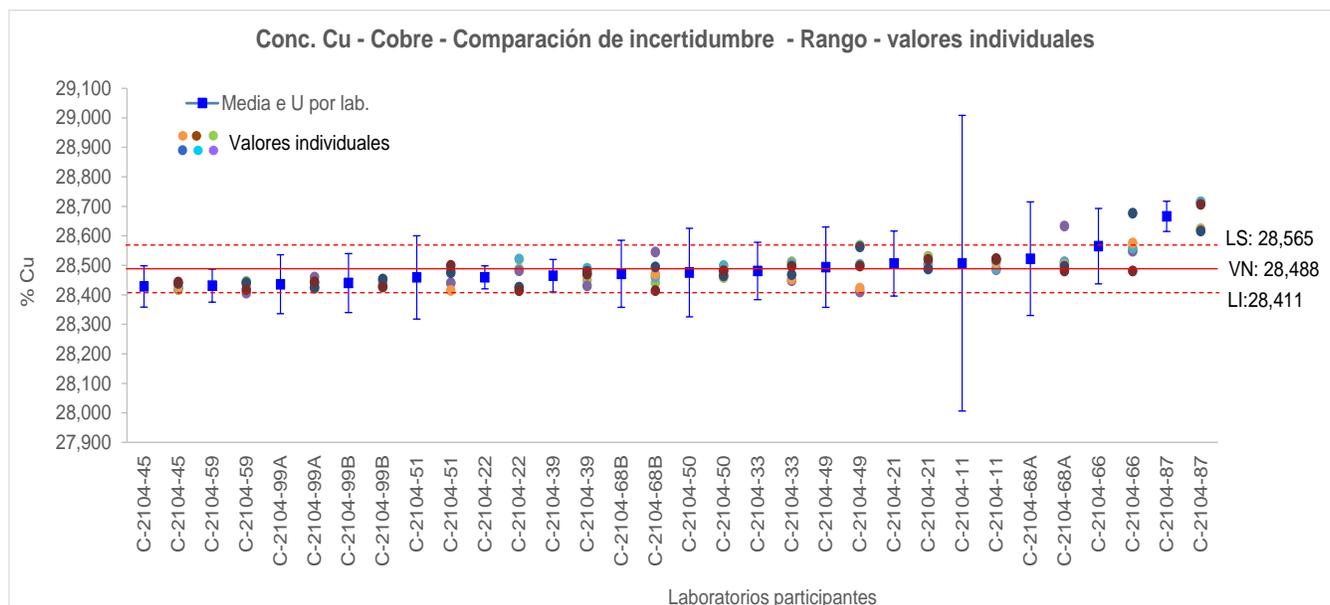


Gráfico N° 5.2.1.b.-

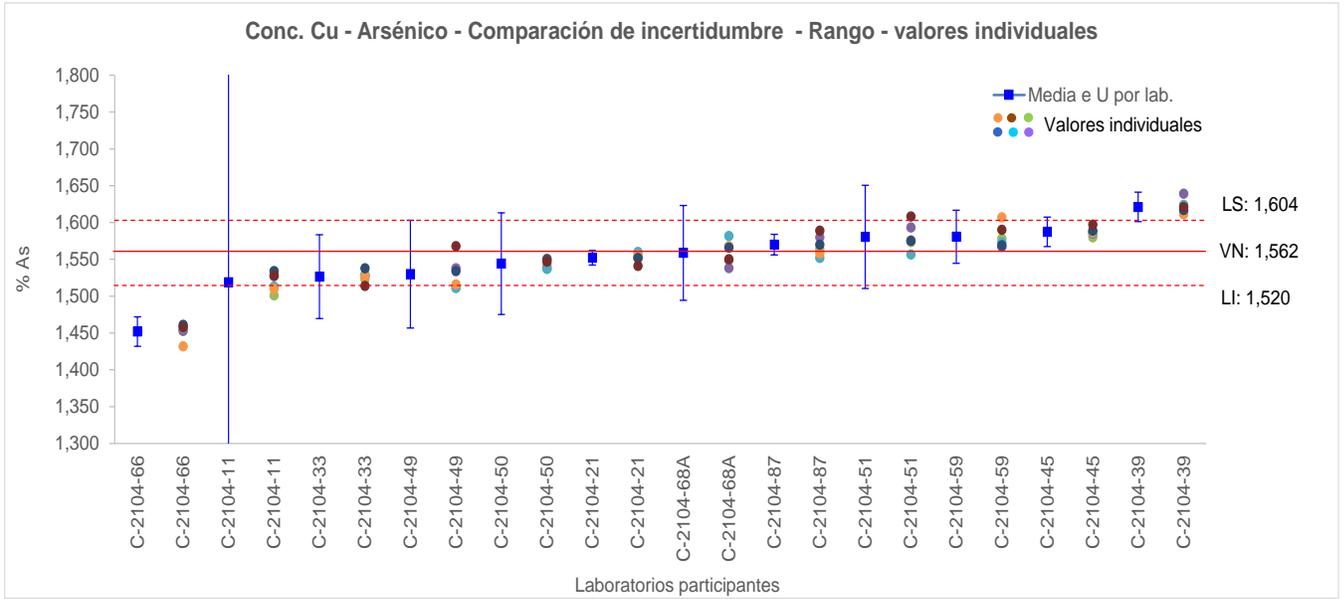


Gráfico N° 5.2.1.c.-

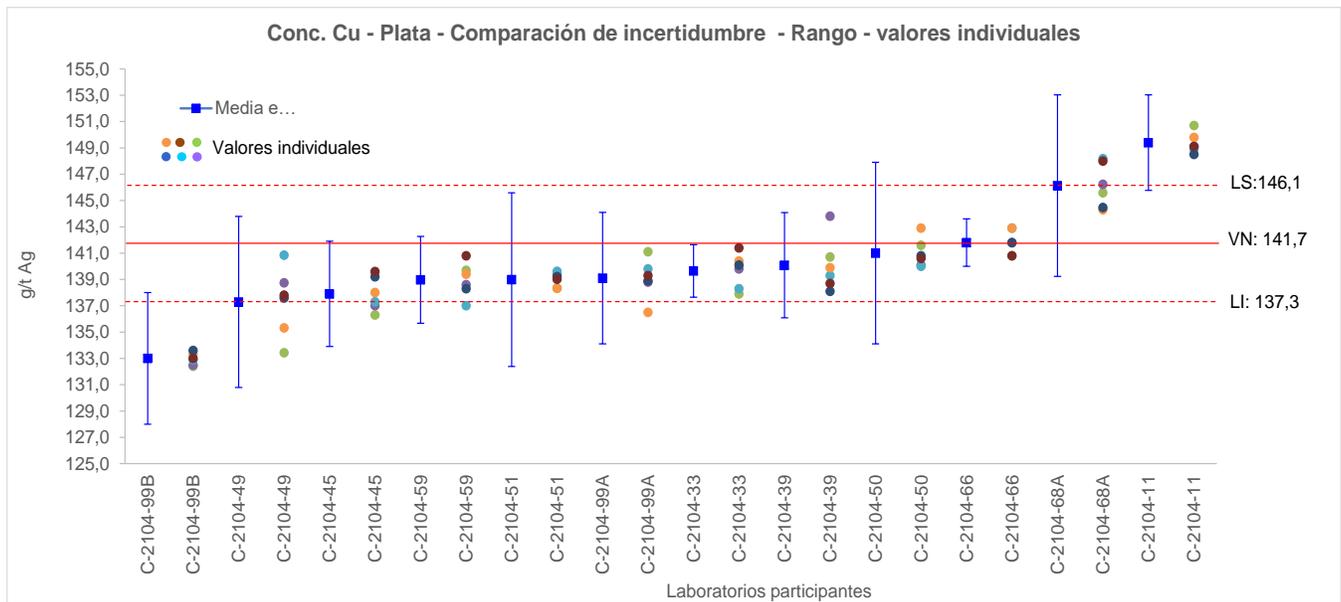
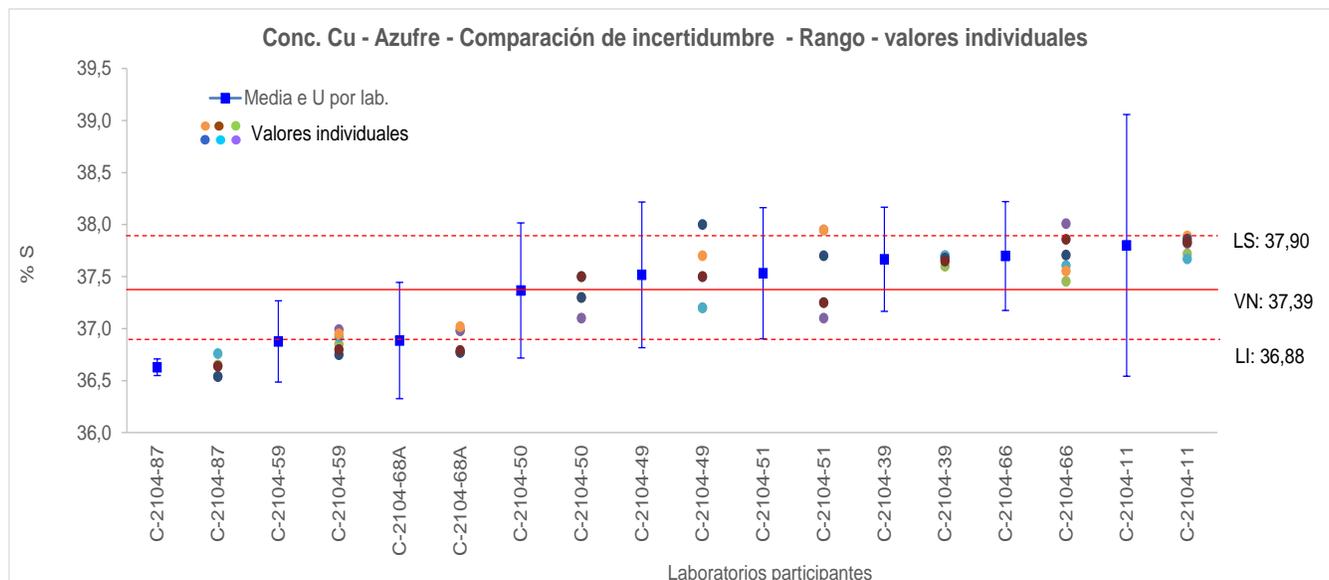


Gráfico N° 5.2.1.d.-



En los analitos de Au y Mo se pidieron los resultados en sextuplicado (sin incertidumbre), graficando todos los resultados informados.

La línea sólida de color rojo, indica el valor asignado por consenso y las líneas puntuadas en rojo representan la desviación estándar ± 2 sigmas.

Gráfico N° 5.2.1.e.-

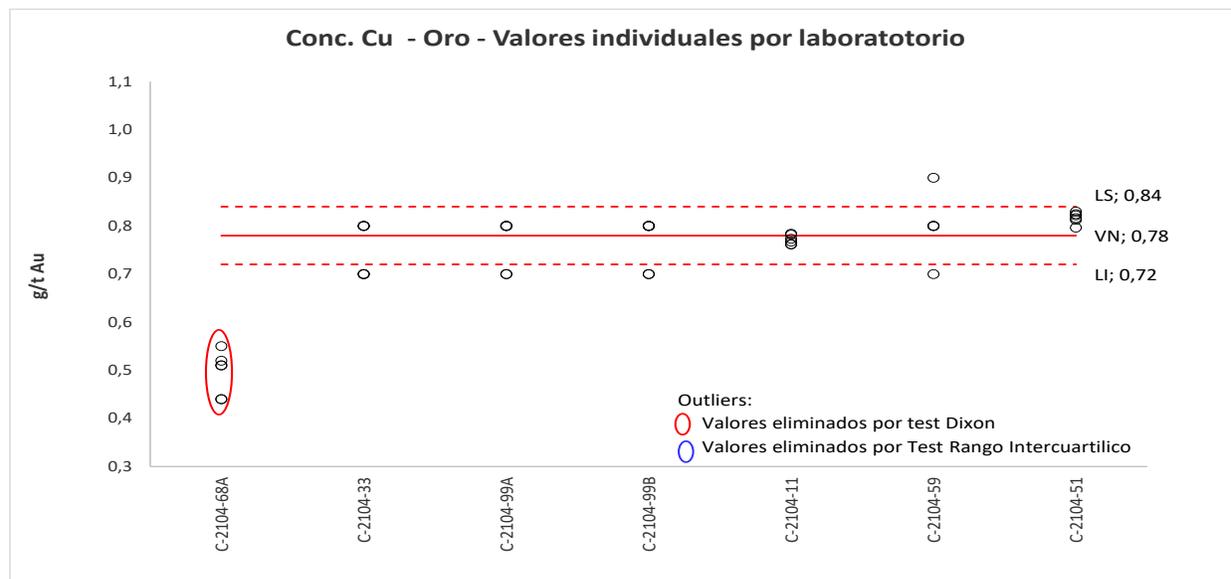
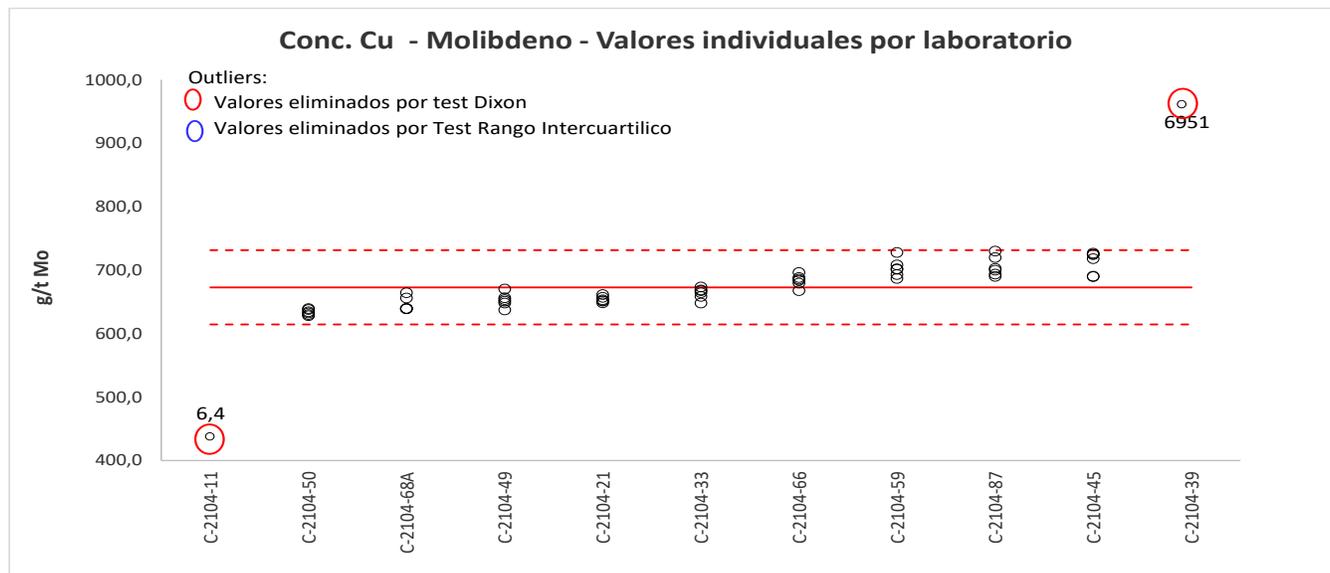


Gráfico N° 5.2.1.f.-



Detección de valores anómalos (outliers).

Las mediciones individuales fueron promediadas y a los resultados promedios se les aplicó el test de Dixon y test intercuartílico para la identificación de outliers. Los valores anómalos están marcados en color, junto a la identificación del Laboratorio.

En tabla 5.3.1 para la evaluación de la muestra Concentrado de cobre, se indican los promedios de los resultados de los distintos laboratorios, ordenados en forma ascendente y marcados los datos evaluados como anómalos según los test estadísticos indicados anteriormente.

Este análisis es solamente para mostrar los laboratorios que presenten valores anómalos. Para el análisis de error normalizado participan todos los laboratorios incluidos los outliers.

Tabla 5.3.1.- Metodología indicada por el laboratorio organizador.

Concentrado de Cobre

Lab.	Cu %	U exp	Lab.	As %	U exp	Lab.	Ag g/t	U exp	Lab.	S g/t	U exp
C-2104-45	28,429	0,070	C-2104-66	1,452	0,020	C-2104-99B	133,0	5,000	C-2104-87	36,6	0,1
C-2104-59	28,431	0,056	C-2104-11	1,519	5,593	C-2104-49	137,3	6,500	C-2104-59	36,9	0,4
C-2104-99A	28,436	0,100	C-2104-33	1,527	0,057	C-2104-45	137,9	4,000	C-2104-68A	36,9	0,6
C-2104-99B	28,440	0,100	C-2104-49	1,530	0,073	C-2104-59	139,0	3,300	C-2104-50	37,4	0,7
C-2104-51	28,459	0,141	C-2104-50	1,544	0,069	C-2104-51	139,0	6,600	C-2104-49	37,5	0,7
C-2104-22	28,459	0,039	C-2104-21	1,552	0,010	C-2104-99A	139,1	5,000	C-2104-51	37,5	0,6
C-2104-39	28,465	0,055	C-2104-68A	1,559	0,064	C-2104-33	139,7	2,000	C-2104-39	37,7	0,5
C-2104-68B	28,471	0,114	C-2104-87	1,570	0,014	C-2104-39	140,1	4,000	C-2104-66	37,7	0,5
C-2104-50	28,476	0,150	C-2104-51	1,580	0,070	C-2104-50	141,0	6,900	C-2104-11	37,8	1,3
C-2104-33	28,481	0,097	C-2104-59	1,581	0,036	C-2104-66	141,8	1,800			
C-2104-49	28,494	0,136	C-2104-45	1,587	0,020	C-2104-68A	146,1	6,900			
C-2104-21	28,506	0,110	C-2104-39	1,621	0,020	C-2104-11	149,4	3,6			
C-2104-11	28,507	0,501									
C-2104-68A	28,523	0,193									
C-2104-66	28,565	0,128									
C-2104-87	28,666	0,051									

Test de Dixon

Qi cal	0,011
Qs Cal	0,426
N	16
Q Tabla	0,329

0,396
0,200
12
0,376

0,262
0,200
12
0,376

0,212
0,087
9
0,437

Test Intercuartílico

	RI	Q1	Q3	LS	LI
Cu %	0,06	28,445	28,507	28,569	28,383
As %	0,05	1,527	1,581	1,634	1,474
Ag g/t	3,43	138,2	141,6	145,0	134,7
S g/t	0,8	36,9	37,7	38,5	36,1

DATOS ELIMINADOS POR TEST DE DIXON

DATOS ELIMINADOS POR TEST INTERQUARTILICO

En tabla 5.3.2 para la evaluación de la muestra Concentrado de cobre en los analitos Au y Mo (determinados el valor nominal por consenso), se indican los promedios de los resultados de los distintos laboratorios, ordenados en forma ascendente y marcados los datos evaluados como anómalos según los test estadísticos indicados anteriormente.

En el análisis de determinación del valor por consenso de los analitos Au y Mo, no se consideran los valores anómalos detectados para la asignación del valor.

Tabla 5.3.2.- Metodología indicada por el laboratorio organizador.

Conc. Cu

Lab.	Au g/t	Au STD	Lab.	Mo g/t	Mo STD
C-2104-68A	0,50	0,045	C-2104-50	633,8	4,4
C-2104-33	0,75	0,055	C-2104-68A	646,5	11,1
C-2104-99A	0,77	0,052	C-2104-49	652,9	10,8
C-2104-99B	0,77	0,052	C-2104-21	654,0	4,7
C-2104-11	0,77	0,010	C-2104-33	663,6	9,0
C-2104-59	0,80	0,071	C-2104-66	683,8	9,5
C-2104-51	0,82	0,012	C-2104-59	703,4	14,2
			C-2104-87	706,2	15,6
			C-2104-45	712,6	17,5

Qi cal	0,792			0,161	
Qs Cal	0,053			0,081	
N	7			9	
Q Tabla	0,507			0,437	

Test Intercuartílico

	RI	Q1	Q3	LS	LI
Au	0,050	0,8	0,8	0,9	0,7
Mo	55,11	649,7	704,8	759,9	594,6

DATOS ELIMINADOS POR TEST DE DIXON

DATOS ELIMINADOS POR TEST INTERQUARTILICO

Detección de valores Erróneos.

Se consideran valores erróneos aquellos datos informados, y que difieren significativamente de la tendencia del grupo de valores informados por el resto de los laboratorios químicos participantes. Estos errores, generalmente se producen por problemas en el cálculo del volumen, masa, cambio de unidades, entre otras y que los laboratorios no se percataron al momento de informar los resultados.

Elemento	Valor Consenso	N° Lab.	Valor por lab.
g/t Mo	673.0	C-2104-11	6,4
g/t Mo	673.0	C-2104-39	6951,7

5.4.- Determinación del valor asignado:

Para el caso de este material de concentrado de cobre, los valores asignados se realizaron mediante una digestión vía clásica, con ácidos oxidante, posteriormente un acondicionamiento de las muestras en un medio final de ácido clorhídrico, luego las muestras son medidas por la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, con una calibración externa de patrones de cobre, molibdeno, arsénico y plata. Y en el caso del azufre, este fue medido por la técnica del analizador elemental de LECO.

Los patrones de calibración certificados utilizados para las mediciones instrumentales son:

- Patrón certificado NIST 3114 Cobre (Cu) Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3151 Plata (Ag) Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3134 Molibdeno (Mo) Standard Solution
- Patrón certificado NIST 3134 Arsénico (As) Standard Solution

La metodología de análisis químico para asignar los valores de los analitos solicitados son metrologicamente trazable a un Material de Referencia Certificado con una incertidumbre de medida, NRC Certificado CCU-1e Copper Concentrate.

Para los análisis químicos se utilizaron equipos calibrados e insumos con trazabilidad comprobada como balanza con precisión de 0,01 mg y masas patrones calibrados por el laboratorio custodio de los patrones nacionales de masa, material volumétrico clase A, los ácidos utilizados son categoría ultrapur y agua ultra purificada grado I

Los resultados de los valores asignados obtenidos por el Laboratorio Químico Organizador y correspondiente al concentrado de cobre enviado es:

Tabla 5.4.1:

Elemento	Valor Nominal	U exp.
% Cu	28.488	0.077
% As	1.562	0.042
g/t Ag	141.7	4.4
g/t S	37.38	0.51
Elemento	Valor Consenso	Incertidumbre 2S
g/t Au	0.78	0.06
% Mo	673.0	58.4

5.5.- Evaluación del desempeño por Laboratorio

- Error Normalizado y Gráficas

$$E_n = \frac{(x - X)}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Donde:

x : Resultado del laboratorio participante

X : Valor asignado.

U_{lab} : Incertidumbre expandida del resultado del participante

U_{ref} : Incertidumbre expandida del valor asignado del laboratorio de referencia.

Interpretación de los resultados según ISO 13528:2015:

$|E_n| \leq 1,0$: Desempeño "satisfactorio" y no genera ninguna señal.

$|E_n| > 1,0$: Desempeño "insatisfactorio" y genera una señal de acción.

Adicionalmente se puede mostrar el siguiente criterio de E_n

$0 \leq E_n \leq 0,3$, excelente, sin acciones correctivas

$0,3 < E_n \leq 0,7$, bueno, con posibilidad de mejorar

$0,7 < E_n \leq 1$, aceptable y requiere mejora

$E_n > 1$, Requiere acción correctiva

- Z-score y Gráficas

Las siguientes tablas presentan los siguientes indicadores:

- (1) Identificación del Laboratorio
- (2) Promedio del contenido del elemento
- (3) Desviación estándar de los resultados individuales por laboratorio
- (4) Diferencia entre valor promedio del laboratorio y la media aritmética de todos los laboratorios.
- (5) % de diferencia entre un laboratorio individual y la media de todos los laboratorios.
Corresponde a:

$$\frac{(x - X)}{X} \times 100$$

- (6) Z Score. Corresponde a:

$$z = \frac{x - X}{s}$$

X: corresponde al valor de media aritmética
x = resultado laboratorio participante
s = Desviación estándar

Nota: el valor del puntaje z debe ser interpretado como:

Satisfactorio: $-2 \leq [z] \leq 2$

Cuestionable: $2 < [z] \leq 3$ o $-3 \leq [z] < -2$

Insatisfactorio: $[z] > 3$ o $[z] < -3$ el resultado es insatisfactorio

Detalle del análisis estadístico en anexo N°2

Tabla resumen de Error Normalizado (En):

Tabla 5.5.1.-

	Error Normalizado			
	Cu	As	Ag	S
C-2104-11	0,0	0,0	1,3	0,3
C-2104-21	0,1	0,2	-	-
C-2104-22	0,3	-	-	-
C-2104-33	0,1	0,5	0,4	-
C-2104-39	0,2	1,3	0,3	0,4
C-2104-45	0,6	0,5	0,6	-
C-2104-49	0,0	0,4	0,6	0,2
C-2104-50	0,1	0,2	0,1	0,0
C-2104-51	0,2	0,2	0,3	0,2
C-2104-59	0,6	0,3	0,5	0,8
C-2104-66	0,5	2,4	0,0	0,4
C-2104-68A	0,2	0,0	0,5	0,7
C-2104-68B	0,1	-	-	-
C-2104-87	1,9	0,2	-	1,5
C-2104-99A	0,4	-	0,4	-
C-2104-99B	0,4	-	1,3	-

Tabla resumen de Z-score:

Tabla 5.5.2:

	Z-score	
	Au	Mo
C-2104-11	-0,3	-
C-2104-21	-	-0,7
C-2104-33	-1,0	-0,3
C-2104-45	-	1,4
C-2104-49	-	-0,7
C-2104-50	-	-1,3
C-2104-51	1,3	-
C-2104-59	0,7	1,0
C-2104-66	-	0,4
C-2104-68A	-9,3	-0,9
C-2104-87	-	1,1
C-2104-99A	-0,3	-
C-2104-99B	-0,3	-

Gráfico N° 5.5.1.a - Gráfico resumen de desempeño “Error Normalizado” (En) por laboratorio.

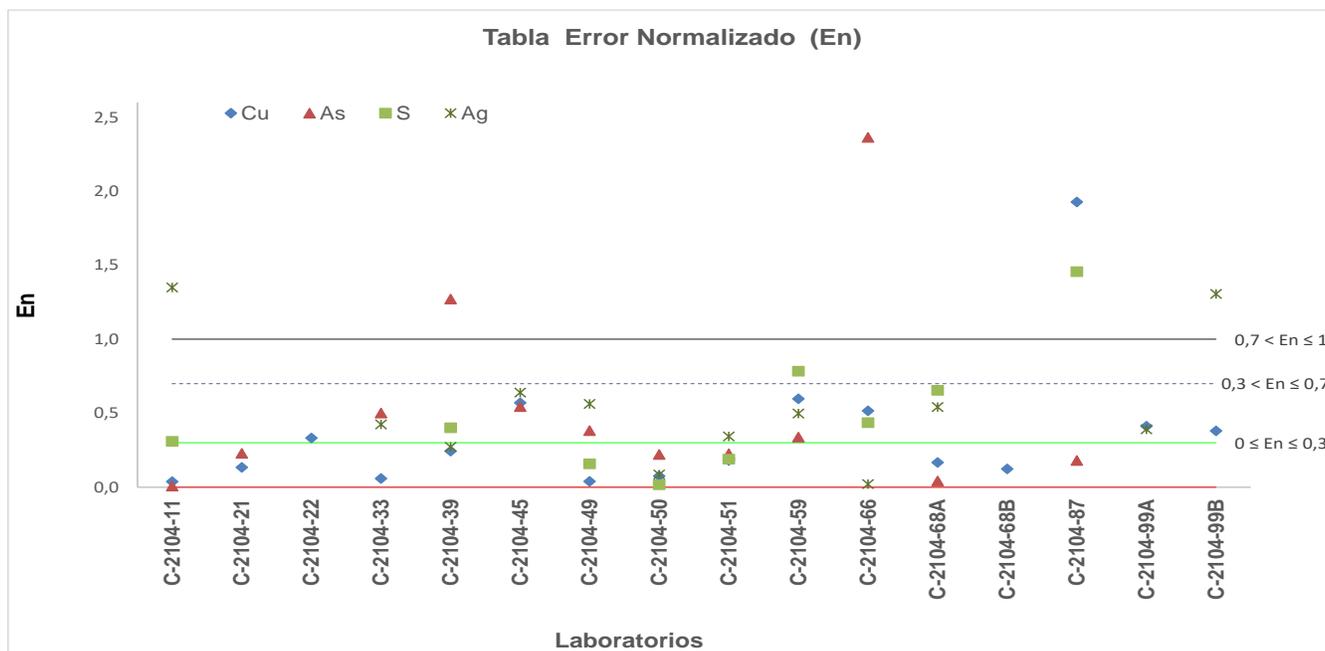
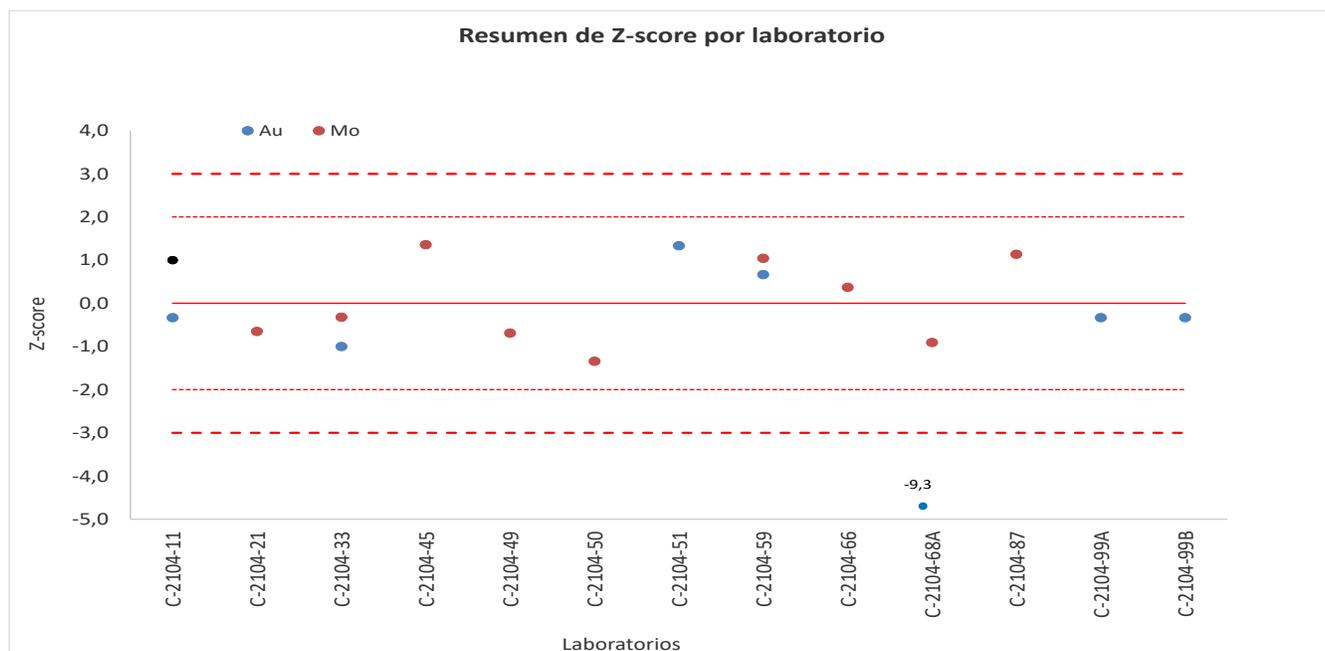


Gráfico N° 5.5.1.b - Gráfico resumen de desempeño “Z-score” por laboratorio



5.5.2.- Gráficas del desempeño por Laboratorio.

- Los siguientes gráficos presentan los indicadores de rendimiento a través del “**Error Normalizado**”, adicionándole sub divisiones para una mejor comprensión.

Gráfico N°5.5.2.a.-

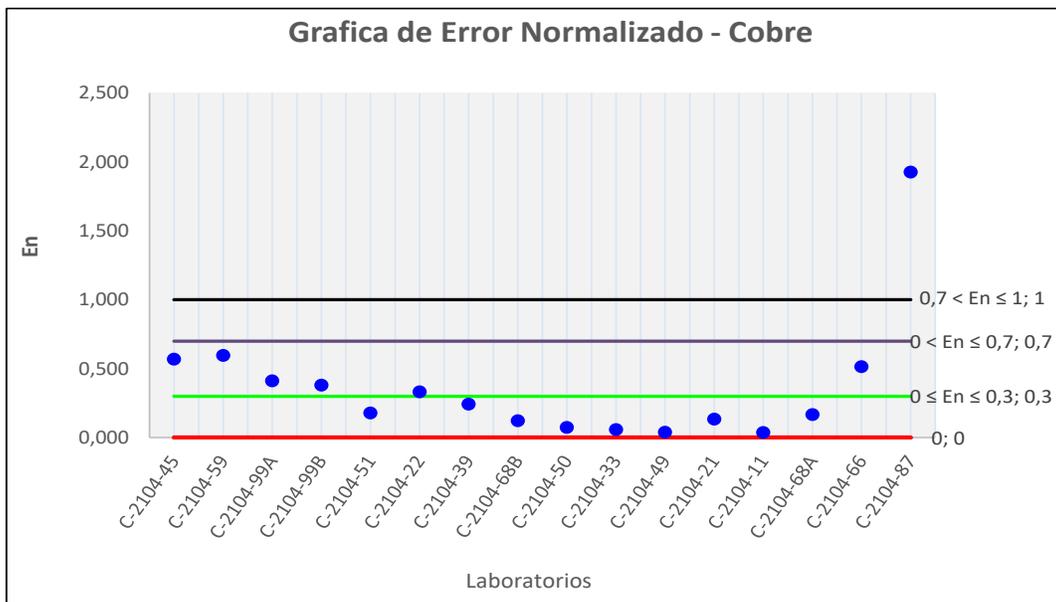


Gráfico N° 5.5.2.b.-

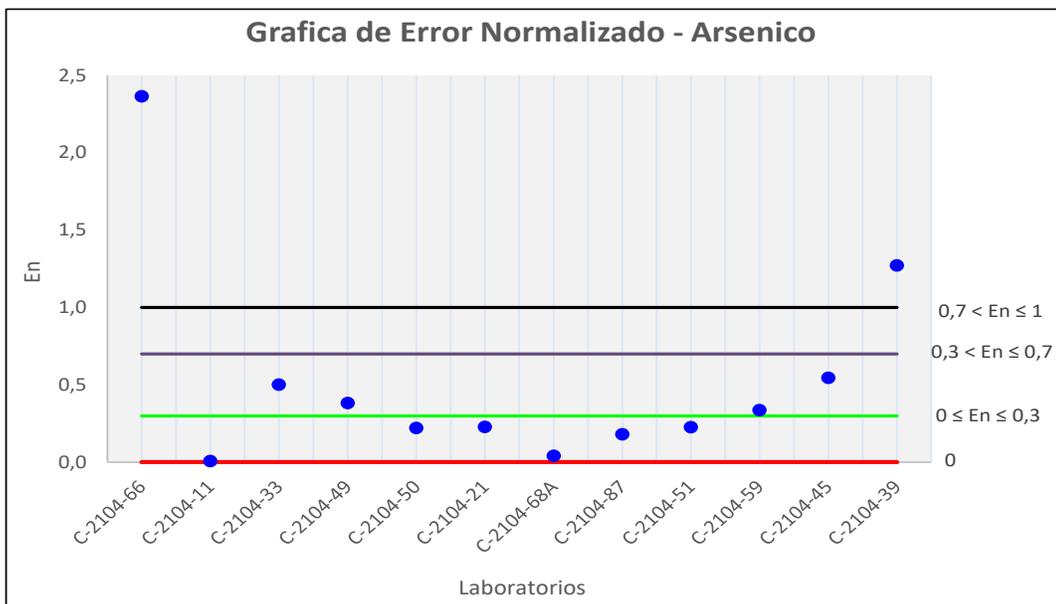


Gráfico N° 5.5.2.c.-

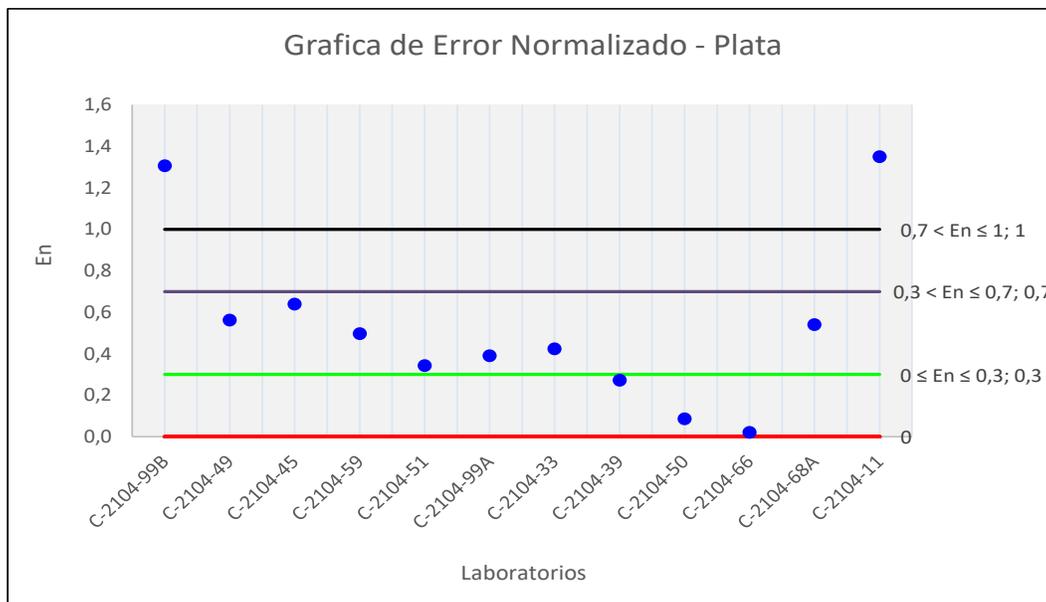
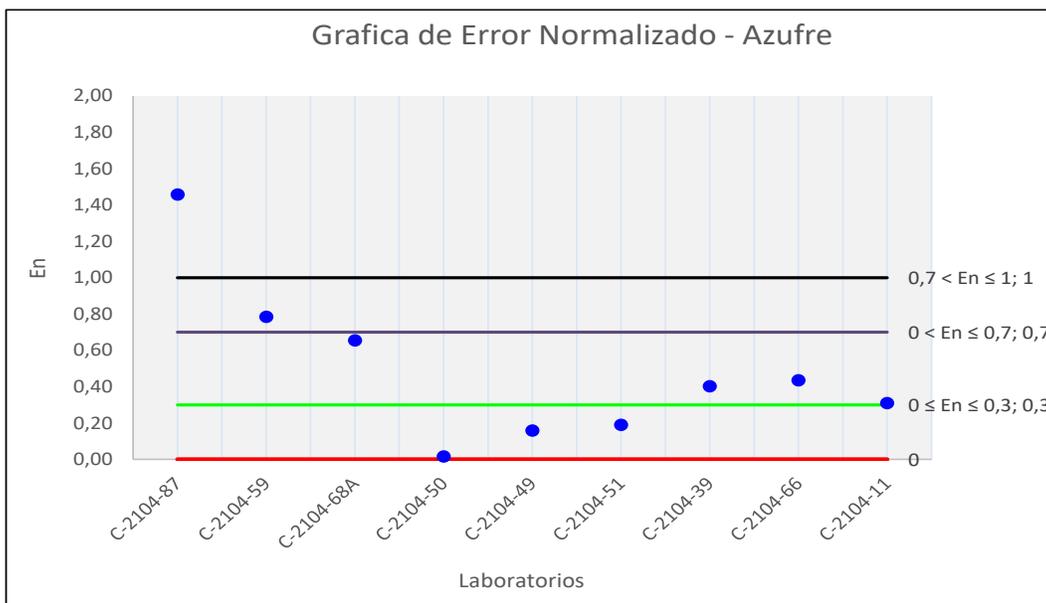


Gráfico N° 5.5.2.d.-



- Los siguientes gráficos presentan los indicadores de rendimiento a través del “Z-score”.

Gráfico N° 5.5.2.e.-

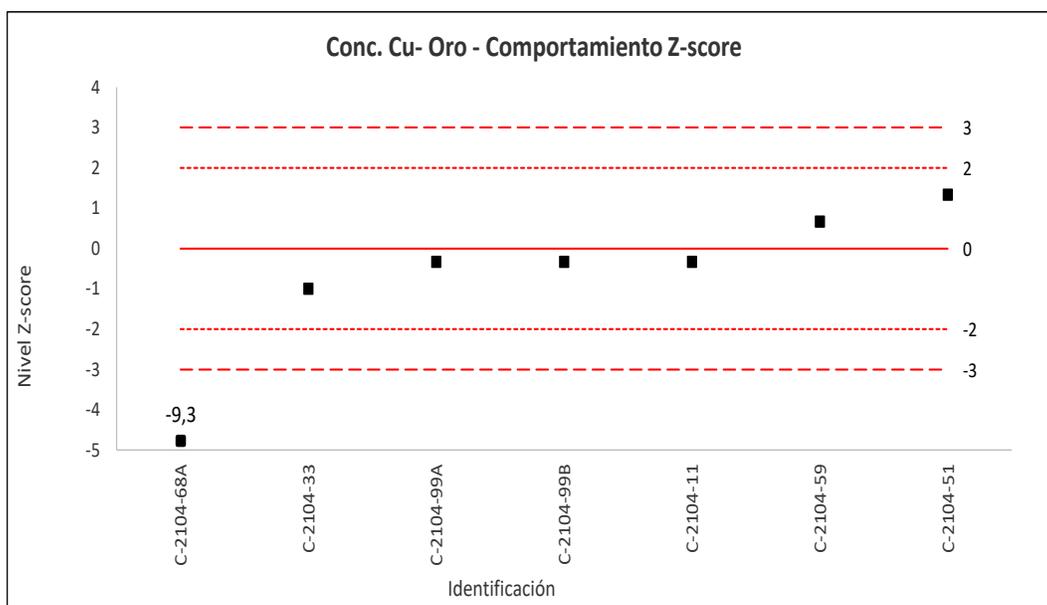
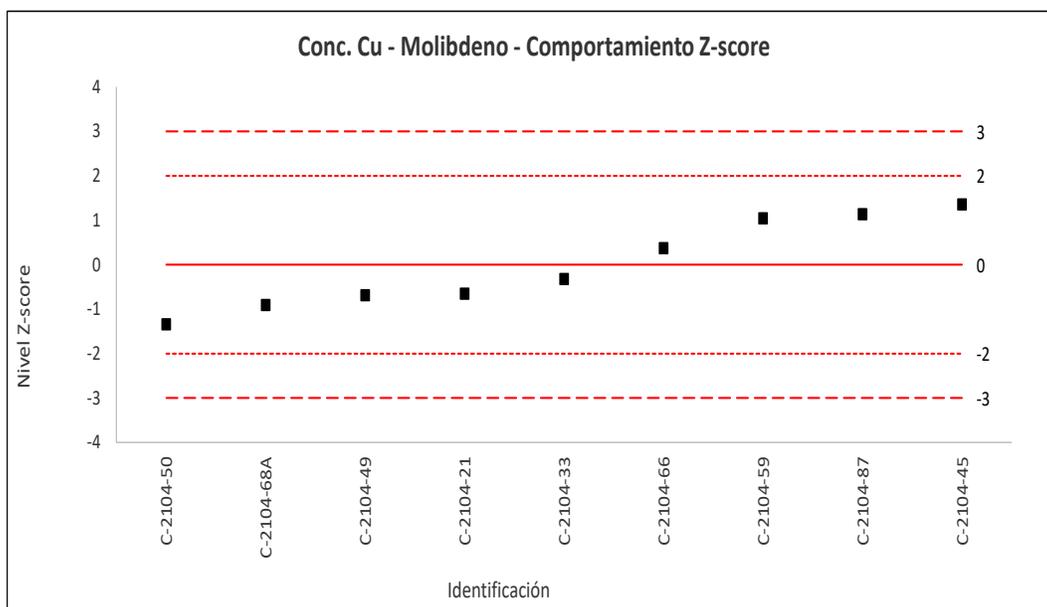


Gráfico N° 5.5.2.f.-



6. Información sobre metodologías, masas y volúmenes utilizados en el análisis estadístico.

6.1. Grafica de valores individuales para Concentrado de Cobre.

Gráfico N° 6.1.1.- Cobre

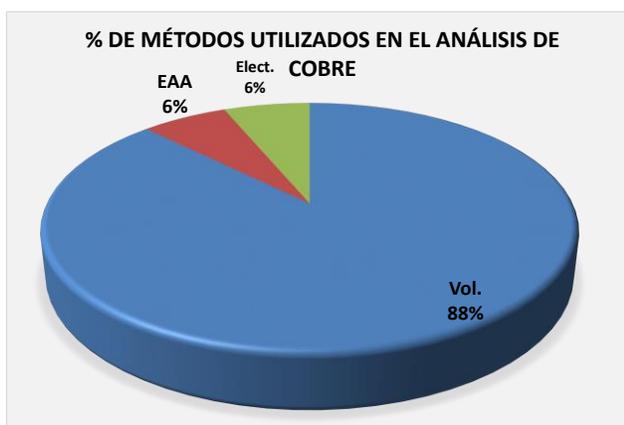


Gráfico N° 6.1.2.- Cobre



Gráfico N° 6.1.3.- Arsénico



Gráfico N° 6.1.4.- Arsénico



Gráfico N° 6.1.5.- Arsénico

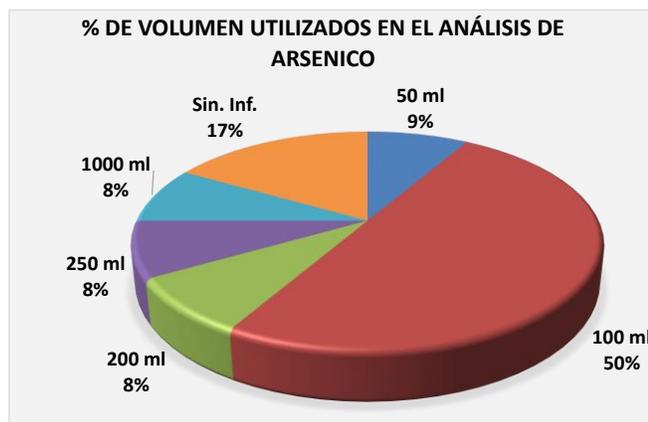


Gráfico N° 6.1.6.- Plata



Gráfico N° 6.1.7.- Plata

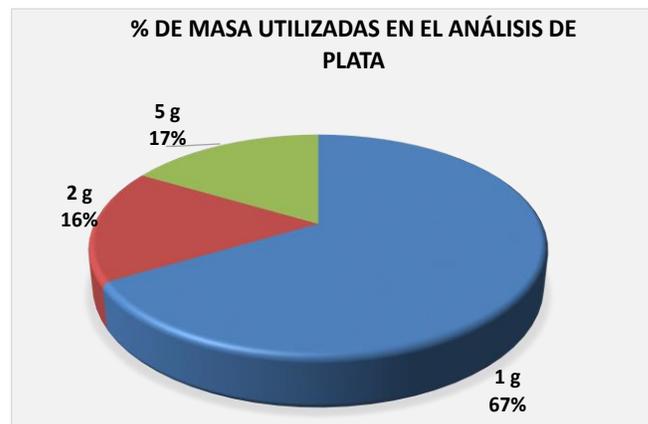


Gráfico N° 6.1.8.- Plata

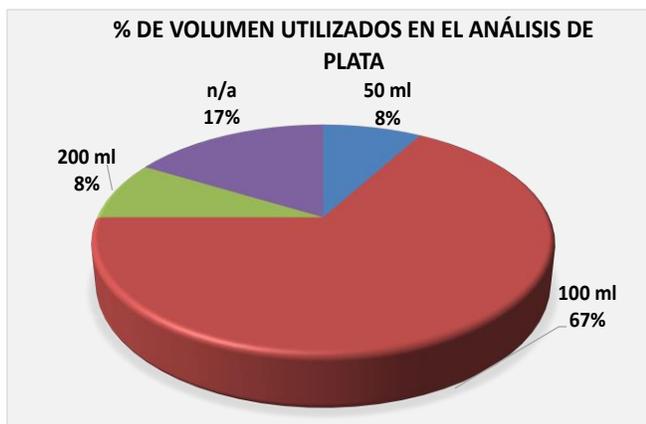


Gráfico N° 6.1.9.- Azufre

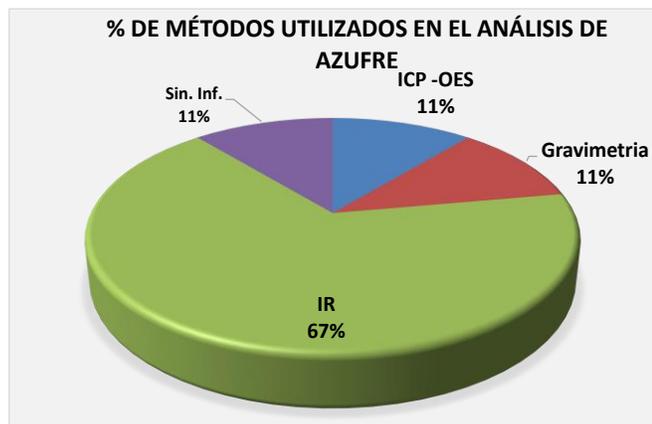
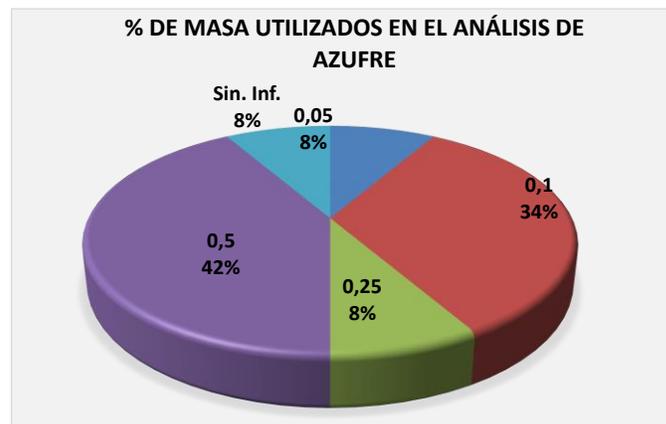


Gráfico N° 6.1.10.- Azufre



7.- Resumen del Estudio

7.a.- Para el EA de concentrado de cobre, la participación de los Laboratorios se resume en:

Participación /Cumplimiento:

	Cantidad	%
Total Laboratorios que se les envió muestras	20	100
Total Laboratorios que enviaron resultados	16	80
Total Laboratorios no participantes	4	20

Reporte por elementos de los Laboratorios considerados en la evaluación

Elemento	% Participación
Cu	100
As	85,7
Ag	78,6
S	64,3
Au	42,9
Mo	78,6

7.c.- Desempeño:

- a. La evaluación global del desempeño de los laboratorios por cada elemento medidos se puede observar en las siguientes tablas:

Evaluación de desempeño de participantes mediante “Error Normalizado” (En).

	Cu	As	Ag	S
C-2104-11	Satisfactorio	Satisfactorio	Insatisfactorio	Satisfactorio
C-2104-21	Satisfactorio	Satisfactorio	-	-
C-2104-22	Satisfactorio	-	-	-
C-2104-33	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-
C-2104-39	Satisfactorio	Insatisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-45	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	-
C-2104-49	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-50	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-51	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-59	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-66	Satisfactorio	Insatisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-68A	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-68B	Satisfactorio	-	-	-
C-2104-87	Insatisfactorio	Satisfactorio	-	Insatisfactorio
C-2104-99A	Satisfactorio	-	Satisfactorio	-
C-2104-99B	Satisfactorio	-	Insatisfactorio	-

Evaluación de desempeño de participantes mediante “Z-score”.

	Z-score	
	Au	Mo
C-2104-11	Satisfactorio	Insatisfactorio
C-2104-21	-	Satisfactorio
C-2104-33	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-39	-	Insatisfactorio
C-2104-45	-	Satisfactorio
C-2104-49	-	Satisfactorio
C-2104-50	-	Satisfactorio
C-2104-51	Satisfactorio	-
C-2104-59	Satisfactorio	Satisfactorio
C-2104-66	-	Satisfactorio
C-2104-68A	Insatisfactorio	Satisfactorio
C-2104-87	-	Satisfactorio
C-2104-99A	Satisfactorio	-
C-2104-99B	Satisfactorio	-

8.- Conclusiones

- El presente informe de ensayo de aptitud, fue realizado con la participación de 16 Laboratorios.
- De acuerdo a los test realizados para detectar valores anómalos (outliers), se detectaron 5 (estos fueron igual considerados en el análisis de EN y Z-score respectivamente), que corresponde a:

Elemento	VN	N° Lab.	Valor por lab.
% Cu	28,488	C-2104-87	28,666
% As	1,562	C-2104-66	1,452
g/t Ag	141,7	C-2104-99B	133,0
g/t Ag	141,7	C-2104-11	149,4

Elemento	Valor Consenso	N° Lab.	Valor por lab.
g/t Au	0,78	C-2104-68A	0,50

- Se muestran los valores erróneos informados por los laboratorios (no considerados en la estadística)

Elemento	Valor Consenso	N° Lab.	Valor por lab.
g/t Mo	673.0	C-2104-11	6,4
g/t Mo	673.0	C-2104-39	6951,7

- La evaluación de desempeño del presente Ensayo de Aptitud, se realizó mediante una evaluación estadística del Error Normalizado para el caso de los analitos Cu, Ag, As y S, donde se compara los resultados de las pruebas de aptitud entre los participantes y el laboratorio de referencia, en este tipo de evaluación se incluye la incertidumbre en el resultado de la medición informada por los participantes. Y para los analitos Mo y Au se realiza la evaluación de desempeño mediante el z-score, donde los resultados son comparados con el valor promedio de consenso de los participantes, sin considerar la incertidumbre reportada.
- Los resultados de la evaluación de desempeño de cada Laboratorio participante se muestran en el ítem 7. C (pág 28)
- En los gráficos del ítem 5.2 se realiza la comparación entre incertidumbres y la distribución de los valores individuales de cada laboratorio. De esta comparación se puede concluir lo siguiente:

- a) Para el caso de los reportes de cobre (%), las incertidumbres declaradas por los participantes son similares entre ellos, y están proporcionadas con los resultados reportados en su mayoría, excepto el laboratorio N°11 que informa una incertidumbre más alta que el resto de los participantes y que se encuentra sobre estimada de acuerdo a la desviación de sus resultados.
- b) En resumen, para el analito Cu, los resultados de los laboratorios participantes están todos dentro de los límites establecidos, excepto el Lab N°87 donde sus resultados se encuentran levemente por sobre el límite superior.
- c) En el caso de los reportes de Arsénico (%), el laboratorio N°11, nuevamente informa la incertidumbre más alta en comparación con el resto de los participantes, la que está totalmente sobreestimada y errónea ($1,519 \pm 5,593$ % As) ya que el valor de la incertidumbre es mucho mayor que el resultado informado, el resto de los participantes obtuvieron un buen desempeño, con solo dos laboratorios que se encuentran levemente fuera de los límites de aceptación.
- d) Se recomienda al Laboratorio participante N°11 que revise sus cálculos en la estimación de la incertidumbre.
- e) Para los análisis de Plata (g/t), las incertidumbres informadas son similares entre todos los participantes y proporcionales entre ellas. Y solo dos participantes presentaron valores levemente fuera de los límites
- f) Para los resultados de Azufre (%), las incertidumbres informadas son similares entre todos los participantes, excepto en un caso del Lab N° 87, donde se puede apreciar una incertidumbre sub estimada ya que el rango de los valores reportados se encuentran por sobre la incertidumbre que se informó $36,628 \pm 0,08$ % S, y el rango de los resultados es $0,3$ % S.
- g) Para los resultados de Oro (g/t), solo un participante informo un resultado fuera de los límites, los demás tuvieron un desempeño favorable.
- h) En el caso de del Molibdeno (g/t), todos los participante fueron evaluados con un buen desempeño, excepto en dos casos, que fueron los Laboratorios N°11 y N°39, quienes reportaron resultados erróneos asociados al cálculo y/o unidades de concentración, estos resultados no fueron considerados para la estadística del presente informe.

- En general se puede concluir que el ensayo de aptitud INN-DCH N°C-2104, se realizó con éxito, donde se puede evaluar de forma positiva, la participación de los Laboratorios. Todos los laboratorios informaron sus incertidumbres junto a sus resultados por lo que es una mejora con respecto a los EA anteriores, además se detectaron pocas incongruencias y errores con los resultados de los participantes.
Con el presente informe los laboratorios participantes pueden evaluar su propio comportamiento estadístico y usarlo como herramientas para detectar mejoras y oportunidades con los resultados informados.

Bibliografía

1. NCh-ISO 17043- Evaluación de la conformidad — Requisitos generales para los ensayos de aptitud
2. ISO 13528:2005(E) - Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons
3. ISO Guía 35:2006(E) – Reference materials – General and statistical principles for certification
4. IUPAC 2006 – The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories.

ANEXO N° 1

ANEXO N°1: METODO DE ANALISIS POR LABORATORIO

Laboratorio Código : C-2104- 11									
Concentrado de Cobre									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Volumétrica	0,4000	-	10 ml HNO ₃ ; 5 ml HClO ₄	Siruposo	-	-	-	Bureta Digital
Ag	Absorción Atómica	1.0000 aprox.	200	10 ml HNO ₃ ; 5 ml HClO ₄ ; 5 ml HF; 5 ml HCl	Siruposo	338,3	0.5 - 1.5 25% HCL	Aire/Acetileno	Varian AA240
S	Infrarojo	0,1000	-	-	-	-	-	Aire/Oxígeno	Leco
Mo	Absorción Atómica	1,0000	100	10 ml HNO ₃ ; 5 ml HClO ₄ ; 5 ml HF; 5 ml HCl	Siruposo	313,3	5 -10-25, 10% HCL+0.1% Na ₂ SO ₄	N ₂ O/Acetileno	Varian AA240
As	Absorción Atómica	1,0000	200	10 ml HNO ₃ ; 5 ml HClO ₄ ; 5ml H ₂ SO ₄	Siruposo	193,7	50- 100 - 200 1% H ₂ SO ₄	N ₂ O/Acetileno	Varian AA240
Au	Efuego /Absorción Atómica	10,0000	10	1.5 ml HNO ₃ al 50% ; 2 ml Hcl Conc	-	242,8	0.5-1.5-3.0 25 % HCl	Aire/Acetileno	Varian AA240

Laboratorio Código : C-2104- 21									
Concentrado de Cobre									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	VOL	0,5	-	5 HClO ₄ + 10 HNO ₃	Medio Acido	N/A	N/A	N/A	N/A

Laboratorio Código : C-2104- 22									
Concentrado de Cobre									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Volumétrica	0,5	NA	HNO ₃ -HClO ₄	acuoso	NA	NA	NA	Bureta

Laboratorio Código : C-2104- 33

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Volumetría	0,50	N/A	HNO ₃ - HClO ₄	N/A	N/A	N/A	N/A	Bureta 50 mL
Mo	EAA	1,00	100	HNO ₃ - HClO ₄	10% HCl + 30% Cu-20% Fe + 1% Na ₂ SO ₄	313,3	0 - 10 - 25 - 50	Nitroso/Acetileno	VARIAN 240
As	EAA	0,50	250	HNO ₃ - HClO ₄	1% H ₂ SO ₄	193,7	0 - 10 - 25 - 50	Aire/Acetileno	VARIAN 240
Ag	EAA	1,00	100	HNO ₃ - HClO ₄	25% HCl + 30% Cu-20% Fe	338,3	0 - 0,5 - 1 - 2,5	Aire/Acetileno	VARIAN 240
Au	EAA	10,00	10	Agua Regia	25% HCl	242,8	0 - 1 - 2,5 - 5	Aire/Acetileno	VARIAN 240

Laboratorio Código : C-2104- 39

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	EAA	1	100	HNO ₃ -HClO ₄ -HCl	10% HCl	327,4	25-50-100	Aire-C ₂ H ₂	Agilent 240FS AA
Ag	EAA	2	50	HNO ₃ -HClO ₄ -HF-HCl	25% HCl	328,1	0,5-1,0-2,5	Aire-C ₂ H ₂	Agilent 240FS AA
As	EAA	1	50	HNO ₃ -HClO ₄ -H ₂ SO ₄	1% H ₂ SO ₄	193,7	10-25-50	Aire-C ₂ H ₂	Agilent 240FS AA
S	COMBUSTIÓN	0,05	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	O ₂	LECO CS844
Mo	EAA	2	50	HNO ₃ -HClO ₄ -HF-HCl	25% HCl-0,1% Na ₂ SO ₄	313,3	25-50-100	N ₂ O-C ₂ H ₂	Agilent 240FS AA

Laboratorio Código : C-2104- 45

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Vol	0,5 gr	N/A	10 mL HNO ₃ + 4 mL HClO ₄	siruposo	N/A	N/A	N/A	Bureta analítica
As	EAA	1,0 gr	100	15 mL HNO ₃ + 4 mL HClO ₄ +1 mL H ₂ SO ₄	sequedad	193,7	5 - 10 - 30 mg/l	C ₂ H ₂ -N ₂ O	Thermo S-Series
Ag	EAA	1,0 gr	100	15 mL HNO ₃ + 4 mL HClO ₄ +1 mL H ₂ SO ₄	sequedad	328,1	0,5 - 1 - 2 mg/l	C ₂ H ₂ -Aire	Thermo S-Series
Mo	EAA	0,5 gr	100	10 mL HNO ₃ + 2 mL HClO ₄ +2 mL H ₂ SO ₄	sequedad	313,3	0,5 - 1 - 5 mg/l	C ₂ H ₂ -N ₂ O	Thermo S-Series

Laboratorio Código : C-2104- 49

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
La hoja en Excel está en una pestaña protegida, por lo que no se puede copiar									

Laboratorio Código : C-2104- 50

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
La hoja en Excel está en una pestaña protegida, por lo que no se puede copiar									

Laboratorio Código : C-2104- 51

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
La hoja en Excel está en una pestaña protegida, por lo que no se puede copiar									

Laboratorio Código : C-2104- 59

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Volumetría	0,5	N/A	HNO ₃ +HClO ₄	Siruposo	N/A	N/A	N/A	
Au	Ensayo a Fuego-EAA	10 g	10 ml			242,8	0 a 5	Aire-Acetileno	Varian 240AA
Ag	EAA	1	100	HNO ₃ +HClO ₄ + HCl + HF	Sequedad	328,1	0 a 5	Aire-Acetileno	Varian 240AA
As	EAA	1	100	HNO ₃ +HClO ₄ + H ₂ SO ₄	Siruposo	193,7	0 a 50	Nitroso-Acetileno	Varian 240AA
S	Gravimetría	0,5		Fusión alcalina					Radwag AS220
Mo	EAA	1	100	HNO ₃ +HClO ₄ + H ₂ SO ₄	Sequedad	313,3	5-30 mg/l	Nitroso-Acetileno	Varian 240AA

Laboratorio Código : C-2104- 66									
Concentrado de Cobre									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Volumetría tradicional sin separación	0,5	**	HNO ₃ : HClO ₄ (S.S) 15:5	**	**	**	**	**
As	E.A.A	1	1000	HNO ₃ :HCl: HClO ₄ :HF (S.S)** 10:5:2,5:5	5% H ₂ SO ₄	λ:193,7	0 a 50 mg/l	Aire-Acetileno oxidante	Agilent 200
Ag	E.A.A	1	100	HNO ₃ :HF:HClO ₄ 20:10:10	25 % HCl	λ 328,1	0 a 3 mg/l	Aire-Acetileno oxidante	Agilent 200
Mo	E.A.A	1	100	HNO ₃ :HClO ₄ :H ₂ SO ₄ 10:2,5:5	10 % HCl 1 % Na ₂ SO ₄	λ 313,3	0 a 40 mg/l	Nitroso-Acetileno Reductor	Agilent 200
S	E: I. R.	0,1	**	Acelerador Lecocell III	**	**	**	**	Leco S-844

Laboratorio Código : C-2104- 68									
Concentrado de Cobre									
Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	Vol.	0.5		HNO ₃ + HClO ₄	50 ml H ₂ O				
Cu	Elect.								
As	EAA	1	100 10/200	HNO ₃ + HCl + HF	10% HCl + 10% H ₃ BO ₃	193,7	0 - 60	Aire C ₂ H ₂	Agilent 240 AA
Ag	EAA	1	100	HNO ₃ + HCl + HF	20% HCl	328,1	0 - 10	Aire C ₂ H ₂	Agilent 240 AA
S	Combustión y detección IR	0,5	----	----	----	----	----	----	Leco S-844
Au									
Mo	EAA	1.0	100	HNO ₃ + HClO ₄ + H ₂ SO ₄	5 % HNO ₃	313.3	0 - 60	C ₂ H ₂ /N ₂ O	Agilent 240 AA

Laboratorio Código : C-2104- 87

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cu	VOLUMETRIA CORTA	0,500 g		15 cc HNO ₃ / 5 cc HClO ₄	-		-	-	-
S	FUSION PEROXIDO	0,25 g		20 cc Hcl	HCl 4%		-	-	ICP -OES AGILENT-5100
As	ATAQUE ACIDO	1,000 g		10 cc Agua Regia 1:1	HCl 15%		-	-	ICP-OES AGILENT-5100
Mo	FUSION PEROXIDO	0,25 g		20 cc Hcl	HCl 4%		-	-	ICP -OES AGILENT-5100

Laboratorio Código : C-2104- 99 A y B

Concentrado de Cobre

Elemento	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
Cobre	Iodometria	0,5	n/a	HNO ₃ - KClO ₄	N/A	N/A	N/A	N/A	Bureta Digital
Au	fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	N/A	N/A	N/A	N/A	Microbalanza SE2
Ag	fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	N/A	N/A	N/A	N/A	Microbalanza SE2

ANEXO N° 2

ANEXO N°2: Tablas Error Normalizado y Z-score.

Conc. Cu - Cu:

	Cu (%)		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2104-45	28,429	0,070	0,57
C-2104-59	28,431	0,056	0,60
C-2104-99A	28,436	0,100	0,41
C-2104-99B	28,440	0,100	0,38
C-2104-51	28,459	0,141	0,18
C-2104-22	28,459	0,039	0,33
C-2104-39	28,465	0,055	0,24
C-2104-68B	28,471	0,114	0,12
C-2104-50	28,476	0,150	0,07
C-2104-33	28,481	0,097	0,06
C-2104-49	28,494	0,136	0,04
C-2104-21	28,506	0,110	0,13
C-2104-11	28,507	0,501	0,04
C-2104-68A	28,523	0,193	0,17
C-2104-66	28,565	0,128	0,52
C-2104-87	28,666	0,051	1,93

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
Vol.	0,5	-	10 mL HNO3 + 4 mL HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3+HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 - KClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 - KClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 , HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3-HClO4	-
EAA	1	100	HNO3-HClO4-HCl	327,4
Elect.	0,5	-	-	-
Vol.	0,5	-	HNO3 , HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 - HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 , HClO4	-
Vol.	0,5	-	5 HClO4 + 10 HNO3	-
Vol.	0,4	-	10 ml HNO3 ; 5 ml HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3 + HClO4	-
Vol.	0,5	-	HNO3: HClO4 5:5	-
Vol. Corta	0,5	-	15 cc HNO3/ 5 cc HClO4	-

Conc. Cu - As:

	As %		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2104-66	1,452	0,020	2,36
C-2104-11	1,519	5,593	0,01
C-2104-33	1,527	0,057	0,50
C-2104-49	1,530	0,073	0,38
C-2104-50	1,544	0,069	0,22
C-2104-21	1,552	0,010	0,23
C-2104-68A	1,559	0,064	0,04
C-2104-87	1,570	0,014	0,18
C-2104-51	1,580	0,070	0,23
C-2104-59	1,581	0,036	0,34
C-2104-45	1,587	0,020	0,54
C-2104-39	1,621	0,020	1,27

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
E.A.A	1,0	1000	HNO3:HCl: HClO4:HF (S.S)	λ:193,7
EAA	1,0	200	10 ml HNO3 ; 5 ml HClO4 ; 5ml H2SO4	193,7
EAA	0,5	250	HNO3 - HClO4	193,7
EAA	1,0	100	HNO3-HClO4-H2SO4	193,7
EAA	1,0	100	HNO3-HClO4-H2SO4	193,7
-	-	-	-	-
EAA	1	100, 10/200	HNO3 + HCl + HF	193,7
ICP-OES	1,0	-	10 cc Agua Regia 1:1	-
EAA	1,0	100	HNO3-HClO4-H2SO4	193,7
EAA	1,0	100	HNO3+HClO4+ H2SO4	193,7
EAA	1,0	100	5 mL HNO3 + 4mL HClO4+1ml H2SO4	193,7
EAA	1,0	50	HNO3-HClO4-H2SO4	193,7

Conc. Cu - Ag:

	Ag g/t		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2104-99B	133,0	5,0	1,3
C-2104-49	137,3	6,5	0,6
C-2104-45	137,9	4,0	0,6
C-2104-59	139,0	3,3	0,5
C-2104-51	139,0	6,6	0,3
C-2104-99A	139,1	5,0	0,4
C-2104-33	139,7	2,0	0,4
C-2104-39	140,1	4,0	0,3
C-2104-50	141,0	6,9	0,1
C-2104-66	141,8	1,8	0,0
C-2104-68A	146,1	6,9	0,5
C-2104-11	149,4	3,6	1,3

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	N/A
EAA	2	100	HNO3 + HClO4 + HF	328,1
EAA	1	100	5 mL HNO3 + 4 mL HClO4 +1ml H2SO4	328,1
EAA	1	100	HNO3+HClO4 + HCl + HF	328,1
EAA	1	100	HNO3 + HClO4 + HF	329,1
fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	N/A
EAA	1	100	HNO3 - HClO4	338,3
EAA	2	50	HNO3-HClO4-HF-HCl	328,1
EAA	1	100	HNO3 + HClO4 + HF	328,1
E.A.A	1	100	HNO3:HF:HClO4	λ 328,1
EAA	1	100	HNO3 + HCl + HF	328,1
EAA	1	200	ml HNO3 ; 5 ml HClO4 ; 5 ml HF; 5 ml	338,3

Conc. Cu - S:

	S %		Error Normalizado
	Valor determinado	Uexp.	En
C-2104-87	36,63	0,08	1,46
C-2104-59	36,88	0,39	0,78
C-2104-68A	36,89	0,56	0,65
C-2104-50	37,37	0,65	0,02
C-2104-49	37,52	0,70	0,16
C-2104-51	37,53	0,63	0,19
C-2104-39	37,67	0,50	0,40
C-2104-66	37,70	0,52	0,44
C-2104-11	37,80	1,26	0,31

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
ICP -OES	0,25 g	-	20 cc Hcl	-
Gravimetria	0,5	-	Fusión alcalina	-
IR	0,5	-	-	-
IR	0,1	-	-	-
IR	0,1	-	-	-
-	-	-	-	-
IR	0,05	-	-	-
IR	0,1	-	Acelerador Lecocell III	-
IR	0,1	-	-	-

Conc. Cu - Au:

Lab	Conc. Cu		Oro		
	(1) Au g/t	(2) Au STD	(3) x-Xa	(4) % Diff Xa	(5) z Score
C-2104-68A	0,50	0,05	-0,280	-35,9	-9,3
C-2104-33	0,75	0,05	-0,030	-3,8	-1,0
C-2104-99A	0,77	0,05	-0,010	-1,3	-0,3
C-2104-99B	0,77	0,05	-0,010	-1,3	-0,3
C-2104-11	0,77	0,01	-0,010	-1,3	-0,3
C-2104-59	0,80	0,07	0,020	2,6	0,7
C-2104-51	0,82	0,01	0,040	5,1	1,3

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
-	-	-	-	-
EAA	10,00	10	Agua Regia	242,8
fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	Microbalanza SE2
fire assay	5	n/a	litargirio , mezcla fundente	Microbalanza SE3
fuego /EAA	10	10	1.5 ml HNO3 al 50% ; 2 ml Hcl Conc	242,8
fuego /EAA	10	10		242,8
EAA	10,0	ión Comp	HN03 - HCl	242,8

Conc. Cu - Mo:

Lab	Conc. Cu		Molibdeno		
	(1) Mo g/t	(2) Mo STD	(3) x-Xa	(4) % Diff Xa	(5) z Score
C-2104-50	633,8	4,4	-39,200	-5,8	-1,3
C-2104-68A	646,5	11,1	-26,500	-3,9	-0,9
C-2104-49	652,9	10,8	-20,100	-3,0	-0,7
C-2104-21	654,0	4,7	-19,000	-2,8	-0,7
C-2104-33	663,6	9,0	-9,400	-1,4	-0,3
C-2104-66	683,8	9,5	10,800	1,6	0,4
C-2104-59	703,4	14,2	30,400	4,5	1,0
C-2104-87	706,2	15,6	33,200	4,9	1,1
C-2104-45	712,6	17,5	39,600	5,9	1,4

Resumen Metodología				
Método	Masa	Aforo	Ácidos	Linea
EAA	1.1	99	HNO3 + HClO4 + H2SO3	313.3
EAA	1.0	100	HNO3 + HClO4 + H2SO4	313.3
EAA	1.0	100	HNO3 + HClO4 + H2SO4	313.3
EAA	1	100	5 HClO4 + 10 HNO3	313
EAA	1,00	100	HNO ₃ - HClO ₄	313,3
E.A.A	1,0	100,0	HNO3:HClO4:H2SO4	λ 313,3
EAA	1	100	HNO3+HClO4 + H2SO4	313,3
FUSION PEROXIDO	0,25 g		20 cc Hcl	
EAA	0,5 gr	100	HNO3 + HClO4 +H2SO4	313,3

ANEXO N° 3

CARTA CONDUCTORA

Ensayo de Aptitud para Concentrado de Cobre

INN-DCH N° C-2104

1. Identificación de la muestra

Un frasco de concentrado de cobre identificado como “**Concentrado de Cobre**”

2. Identificación de los Laboratorios participantes

El Instituto Nacional de Normalización entregará el código a cada Laboratorio participante.

3. Instrucciones para la realización de las mediciones

3.1. Muestra de concentrado de cobre.

3.1.1 Se requiere para la muestra identificada como “Concentrado de Cobre”, analizar los siguientes elementos: **Cu, As, Ag, S, Au y Mo.**

Los laboratorios que no tengan implementado todos los elementos, pueden informar solamente aquellos que puedan realizar.

Instrucciones:

- a. Las muestras se deben guardar cerradas, no se requiere ningún tratamiento previo antes del análisis.
- b. Los elementos Cu, As, Ag y S se informara un resultado promedio con su incertidumbre expandida por analito y como adicional indicar los resultados de las 6 réplicas. Los laboratorios que no informen con la incertidumbre en los análisis de Cu, As, Ag y S no serán considerados en la evaluación”. (según lo descrito en 4.2).

- c. Para los analitos de Au y Mo, solo se informaran las 6 réplicas (muestras preparadas independientemente).
- d. Los métodos de análisis serán propios de cada laboratorio químico
- e. Unidades de expresión de resultados:

Elemento: Cobre

Expresión de resultados: X,XXX \pm X,XXX % de Cu

Elemento: Arsénico

Expresión de resultados: X,XXX \pm X,XXX % de As

Elemento: Plata

Expresión de resultados: X,X \pm X,X g/t de Ag

Elemento: Azufre

Expresión de resultados: X,XX \pm X,XX % de S

Elemento: Oro

Expresión de resultados: X,X g/t de Au

Elemento: Molibdeno

Expresión de resultados: X,X g/t de Mo

4. Informe de resultados

- 4.1. Los resultados deberán ser enviados a:

William Guin Tovar.
Área Química
División Metrología
Instituto Nacional de Normalización
william.guin@inn.cl

Los resultados se recibirán hasta el día: **01 de Octubre del 2021**

El archivo que contiene los resultados debe incluir: La identificación de la muestra, el código del laboratorio y los resultados, no incluir logos o identificación de la organización.

Observaciones:

Cualquier información considerada relevante para la evaluación de los resultados debe ser incluida.

4.2. El formato de informe debe ser el siguiente:

Código del Laboratorio: _____

Concentrado de Cobre

Cu %	U exp.	As %	U exp.	Ag g/t	U exp.	S %	U exp.

Replica	Cu %	As %	Ag g/t	S %	Au g/t	Mo g/t
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Formato de metodología de análisis químico utilizado

Laboratorio C- XX – XX											
Concentrado de Cobre											
Elemento	Ensayo Acreditado 17025	Código Certificado INN	Método	Masa Muestra	Volumen Aforo ml	Digestión	Condición Final	Línea nm	Rango Cal. ug/ml	Gases	Equipo
	Si o no										
	Si o no										
	Si o no										
	Si o no										
	Si o no										
	Si o no										