



Economía
Secretaría de Economía



“Métodos geoquímicos en rocas y sedimentos de arroyo en el SGM”

12 de Noviembre de 2025

Patricia Velásquez González



2025
Año de
La Mujer
Indígena

MÉTODOS GEOQUÍMICOS



Los métodos geoquímicos se aplican para identificar, cuantificar y entender la distribución de los elementos químicos en materiales geológicos (rocas, suelos, sedimentos, aguas.) Incluyen las siguientes etapas:

1. Diseño del muestreo: definir qué tipo de muestra se tomará (roca, suelo, sedimento, agua, concentrado de corriente, etc.) y en qué puntos.
2. Toma de la muestra: realizar el muestreo representativo
3. Preparación de la muestra: preparar el material (triturado, tamizado, homogeneizado).
4. Análisis químico: determinar las concentraciones de elementos o compuestos mediante técnicas instrumentales (como ICP, AAS, FRX, etc.).
5. Tratamiento e interpretación de datos: identificar anomalías geoquímicas, patrones de dispersión y su relación con mineralizaciones o procesos geológicos.



CENTROS EXPERIMENTALES



Economía
Secretaría de Economía



**Centro Experimental
Chihuahua**



**Centro Experimental
Oaxaca**

Estudios de Caracterización de minerales y pruebas y estudios metalúrgicos, también se encarga de realizar los análisis químicos.



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Preparación de la muestra

EXP-1E-001.Preparación de muestras minerales

Para esquirlas de roca



Economía
Secretaría de Economía



Recepción de
muestras



Secado de
muestras



Reducción de
tamaño a 1.41 mm
(-14 mallas)



Partición y
homogeneizado
de la muestra

32 elementos
ICP-OES



Au



Partición y
homogeneizado
de la muestra



Reducción a
105 µm
(-150 mallas)

Muestra



Testigo



Resguardo
de testigos



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Preparación de la muestra

Para sedimentos de arroyo



Economía
Secretaría de Economía



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Análisis químico total

Se clasifica según su propósito



Análisis químico		
Criterio	Total	Parcial
Objetivo	Conocer la composición completa de la roca.	Detectar anomalías metálicas.
Ataque químico	Disuelve toda la matriz mineral(disolución ácida con HF o fusión).	Disuelve solo la fracción activa o móvil.
Elementos	Óxidos mayores y trazas.	Elementos traza y metales de interés.
Uso principal	Clasificación y estudios petrogenéticos.	Prospección geoquímica regional.
Ventajas	Precisión y caracterización total.	Sensible, rápido y económico.
Limitación	Costoso y mas tiempo de procesamiento	No refleja la composición completa.



Análisis químico total



Economía
Secretaría de Economía



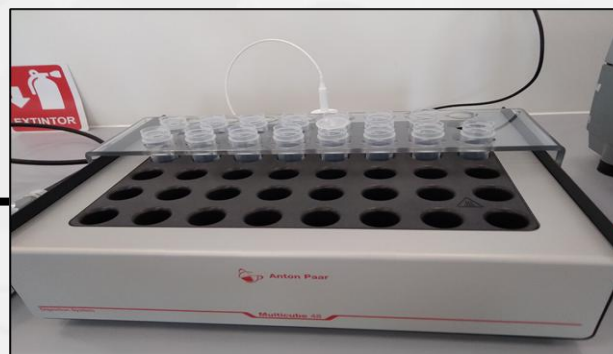
EXP-1E-006. Determinación de elementos en minerales por disolución total 4 ácidos.



Pesado de la muestra



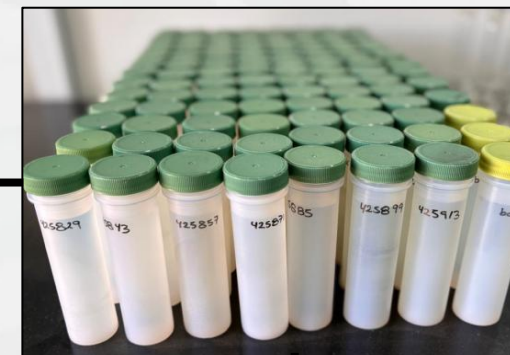
4 ácidos:
HCL
HNO3
HF
HClO4



► Method Name: 4 ACIDOS-TEFLON

► Steps

No	Step Type	Temp [°C]	Time dd:hh:mm
1	Ramp to Temp.	70	00:00:15
2	Hold Time	70	00:00:30
3	Ramp to Temp.	90	00:00:15
4	Hold Time	90	00:00:30
5	Ramp to Temp.	110	00:00:15
6	Hold Time	110	00:08:00
7	Ramp to Temp.	160	00:00:15
8	Hold Time	160	00:05:00



Recuperación con agua regia y aforo



Cuantificación en ICP-OES

Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Co, Cu, Cr, Sc, Se, Sn, Sr, Fe, P, Mg, Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, K, Na, Ti, Tl, Te, W, U, V y Zn.



2025
Año de
La Mujer Indígena

Análisis químico parcial

EXP-1E-045 Determinación de elementos en sedimentos de arroyo por disolución ácida asistida por microondas.



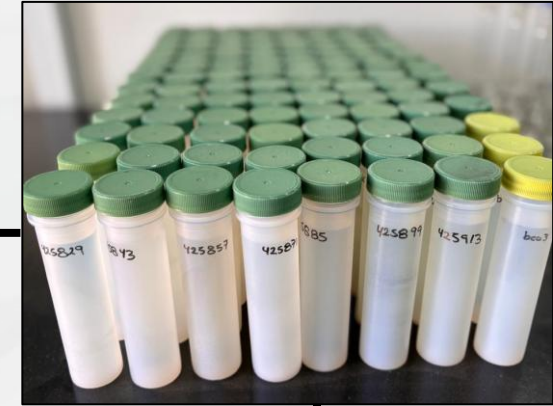
Pesado de la muestra



10% agua regia



15 minutos de rampa y
10 min a 180 ° C



Aforo

Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ca, Co,
Cu, Cr, Sc, Se, Sn, Sr, Fe, P, Mg,
Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, K, Na, Ti, Tl,
Te, W, U, V y Zn.



Cuantificación en ICP-OES



Veracidad

- ✓ MRC
- ✓ Ensayo de aptitud



Precisión

- ✓ Duplicados
- ✓ MRI
- ✓ MRC
- ✓ Ensayo de aptitud

Contaminación cruzada

- ✓ Blancos



2025
Año de
La Mujer
Indígena

MRC en rocas

Rock NCS DC 73301/GBW07103 (Granito)
Recuperaciones del período 2021 a 2022

Compuesto/el emento	Valor Nominal	Unidad	2021		2022	
			n	% R	n	% R
Al ₂ O ₃	13.4	%	37	94.71	427	93.73
Ba	343	mg/kg	28	93.03	295	93.36
Be	12.4	mg/kg	36	96.26	307	99.47
CaO	1.55	%	38	96.91	344	98.87
Sc	6.1	mg/kg	19	94.06	317	94.55
Sr	106	mg/kg	38	97.62	343	99.24
Fe ₂ O ₃	2.14	%	38	97.66	344	98.45
P	405	mg/kg	36	97.36	195	96.61
Li	131	mg/kg	17	96.61	129	99.56
MgO	0.42	%	28	94.04	324	93.09
Mn	463	mg/kg	38	95.52	344	96.92
Mo	3.5	mg/kg	33	101.28	197	96.83
Pb	31	mg/kg	15	96.52	200	99.39
K ₂ O	5.01	%	38	95.85	341	98.60
Na ₂ O	3.13	%	35	95.9	343	96.86
V	24	mg/kg	30	93.51	293	92.83
Zn	28	mg/kg	5	95.57	75	94.41



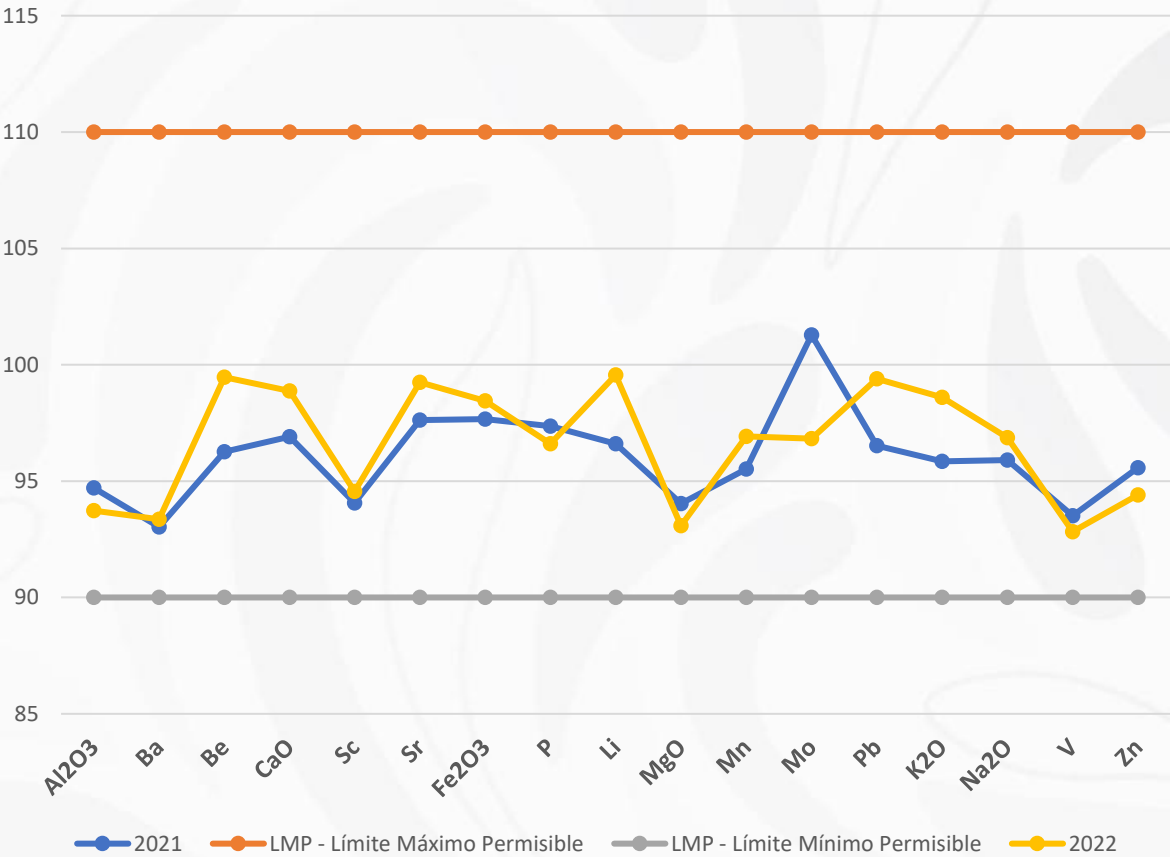
2025
Año de
La Mujer
Indígena



Economía
Secretaría de Economía



% PROMEDIO DE RECUPERACIÓN DE MRC
2021-2022
Rock NCS DC 73301 - GBW07103

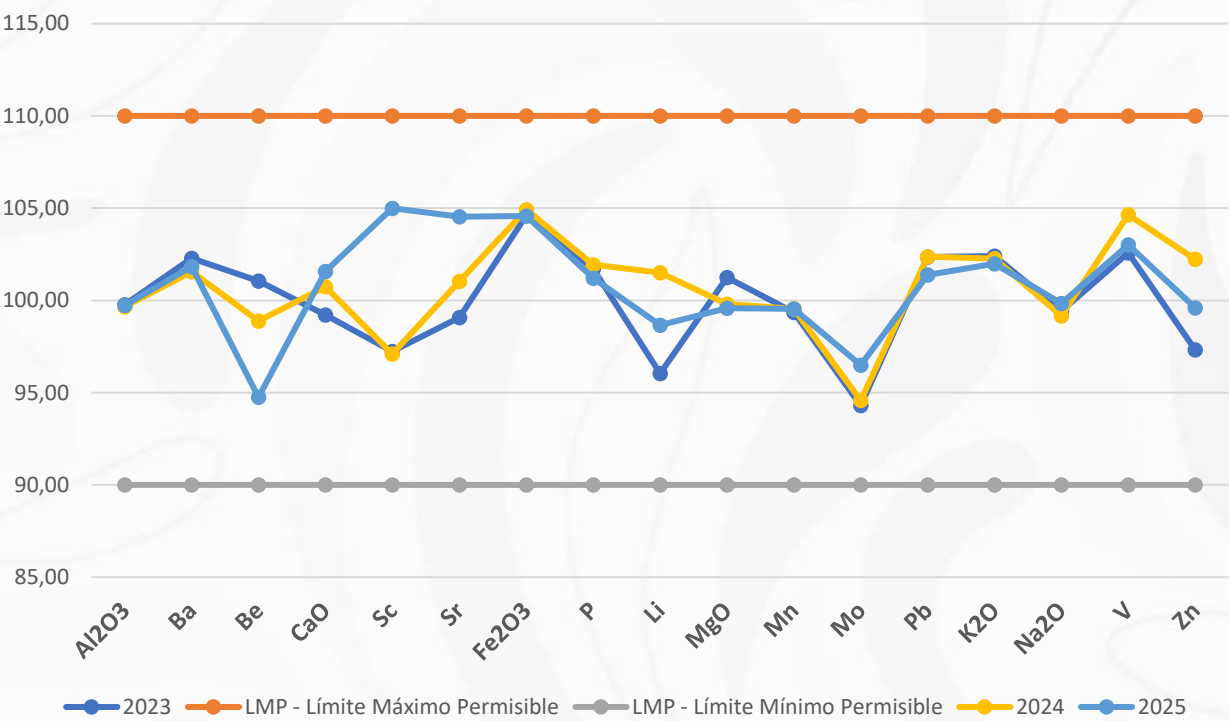


MRC en rocas

NCS DC 73303: GBW07105 (Granito)
Recuperaciones del período 2023 a 2025

Compuesto/ elemento	Valor Nominal	Unidad	2023		2024		2025	
			n	% R	n	% R	n	% R
Al ₂ O ₃	13.83	%	112	99.77	118	99.67	71	99.74
Ba	527	mg/kg	112	102.28	118	101.55	71	101.83
Be	2.5	mg/kg	89	101.05	80	98.89	38	94.75
CaO	8.81	%	112	99.21	118	100.75	71	101.58
Cu	49	mg/kg	89	97.24	36	97.09	52	105.00
Cr	134	mg/kg	110	99.08	111	101.04	70	104.53
Sr	1100	mg/kg	108	104.61	108	104.92	71	104.57
Fe ₂ O ₃	13.4	%	112	101.71	118	101.93	71	101.21
P	4130	mg/kg	107	96.04	118	101.51	71	98.66
MgO	7.77	%	112	101.25	118	99.81	70	99.57
Mn	1310	mg/kg	111	99.35	116	99.54	71	99.54
Mo	2.6	mg/kg	55	94.30	68	94.58	54	96.50
K ₂ O	2.32	%	111	102.35	117	102.38	69	101.39
Na ₂ O	3.38	%	112	102.40	118	102.27	71	101.99
Ti	14200	mg/kg	112	99.41	116	99.16	71	99.84
V	167	mg/kg	110	102.58	110	104.65	69	103.01
Zn	150	mg/kg	112	97.32	118	102.23	71	99.60

% PROMEDIO DE RECUPERACIÓN DE MRC
2023-2025
Rock NCS DC 73303 - GBW07105

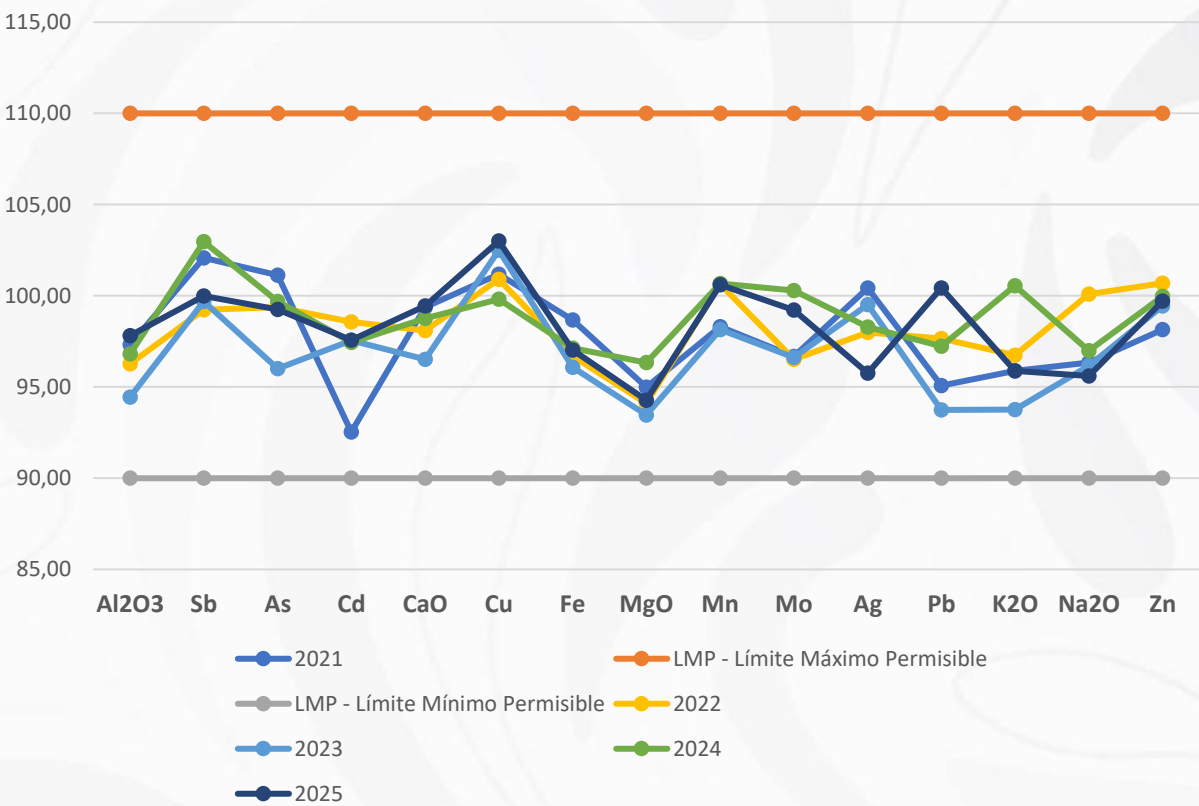


MRC en rocas

NNCS DC 73507 Ore (Mineral de Cu, Pb, Zn, Fe, As)
Recuperaciones del período 2021 a 2025

Compuesto/ elemento	Valor Nominal	Unidad	2021		2022		2023		2024		2025	
			n	% R	n	% R	n	% R	n	% R	n	% R
Al2O3	14.1	%	26	97.33	22	96.28	28	94.45	28	96.81	34	97.82
Sb	94	mg/kg	25	102.08	14	99.23	26	99.68	28	102.97	33	100.00
As	0.043	%	27	101.14	19	99.37	27	96.01	28	99.69	35	99.25
Cd	32	mg/kg	27	92.53	22	98.57	28	97.55	28	97.45	34	97.56
CaO	1.52	%	26	99.38	20	98.09	20	96.52	24	98.77	33	99.44
Cu	0.264	%	27	101.19	21	100.91	28	102.50	28	99.82	35	103.00
Fe	4.68	%	27	98.68	21	96.69	28	96.07	28	97.14	35	97.02
MgO	1.55	%	24	94.99	15	94.11	21	93.47	21	96.34	25	94.28
Mn	0.091	%	27	98.31	21	100.63	28	98.15	22	100.67	35	100.61
Mo	28	mg/kg	26	96.67	16	96.52	22	96.62	26	100.29	29	99.21
Ag	18.3	mg/kg	25	100.42	16	98.00	26	99.52	25	98.29	34	95.76
Pb	0.43	%	27	95.08	18	97.66	28	93.74	25	97.24	21	100.42
K2O	3.85	%	26	95.89	19	96.75	23	93.76	17	100.55	33	95.88
Na2O	0.68	%	24	96.35	13	100.10	16	96.16	11	96.99	30	95.61
Zn	0.83	%	26	98.15	20	100.70	25	99.45	28	99.96	33	99.71

% PROMEDIO DE RECUPERACIÓN DE MRC
2021 - 2025
NCS DC 73507



2025
Año de
La Mujer
Indígena



MRC en sedimentos Standard Reference Material 2711a Montana Soil

C/2025	Al %	Sb mg/kg	As mg/kg	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Ca %	Co mg/kg	Cu mg/kg	Cr mg/kg	Sc mg/kg	Sr mg/kg	Fe %	P mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	Ag mg/kg	Pb mg/kg	K %	Se mg/kg	Na mg/kg	Tl mg/kg	Ti mg/kg	U mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
(0.5/50) SRM2711a1	3.10	16.09	101.40	253.70	47.71	1.81	8.10	149.31	36.83	6.05	56.44	2.62	781.18	0.82	580.30	17.68	6.08	1282.00	0.80	2.01	373.37	1.86	1214.91	8.61	71.60	371.65
(0.5/50) SRM2711a2	3.17	16.00	100.80	261.00	47.59	1.84	8.05	151.01	36.45	6.22	58.00	2.65	778.48	0.83	588.70	17.71	6.40	1280.00	0.82	1.84	384.87	1.91	1232.91	8.61	71.38	373.55
(0.5/50) SRM2711a3	2.95	15.11	101.80	245.40	48.03	1.80	8.14	149.61	35.37	5.77	54.07	2.58	773.48	0.81	576.90	17.79	6.18	1291.00	0.75	1.63	334.97	1.93	1156.91	8.61	68.66	367.45
PROMEDIO	3.07	15.73	101.33	253.37	47.78	1.82	8.10	149.98	36.22	6.01	56.17	2.62	777.71	0.82	581.97	17.73	6.22	1284.33	0.79	1.83	364.40	1.90	1201.58	8.61	70.55	370.88
DESVEST	0.112	0.542	0.503	7.805	0.227	0.021	0.045	0.907	0.757	0.227	1.979	0.035	3.907	0.010	6.074	0.057	0.164	5.859	0.036	0.190	26.131	0.036	39.716	0.000	1.638	3.121
%RSD	3.66	3.44	0.50	3.08	0.48	1.15	0.56	0.61	2.09	3.78	3.52	1.34	0.50	1.22	1.04	0.32	2.63	0.46	4.56	10.42	7.17	1.90	3.31	0.00	2.32	0.84
VALOR NOMINAL DEL SMR2711a	6.72	23.80	107.00	730.00	54.10	2.42	9.89	140.00	52.30	8.50	242.00	2.82	842.00	1.07	675.00	21.70	6.00	0.14	2.53	2.00	1.20	3.00	0.32	3.01	80.70	414.00
OBTENIDO	3.07	15.73	101.33	253.37	47.78	1.82	8.10	149.98	36.22	6.01	56.17	2.62	777.71	0.82	581.97	17.73	6.22	0.13	0.79	1.83	0.04	1.90	0.12	8.61	70.55	370.88
% DE RECOBRO	45.73	66.11	94.7	34.71	88.3	75.07	81.9	107.1	69.2	70.7	23.21	92.8	92.37	76.64	86.2	81.7	103.67	91.74	31.23	91.33	3.04	63.3	37.90	286.0	87.4	89.6





MRC en sedimentos Standard Reference Material 2709 a San Joaquín Soil.

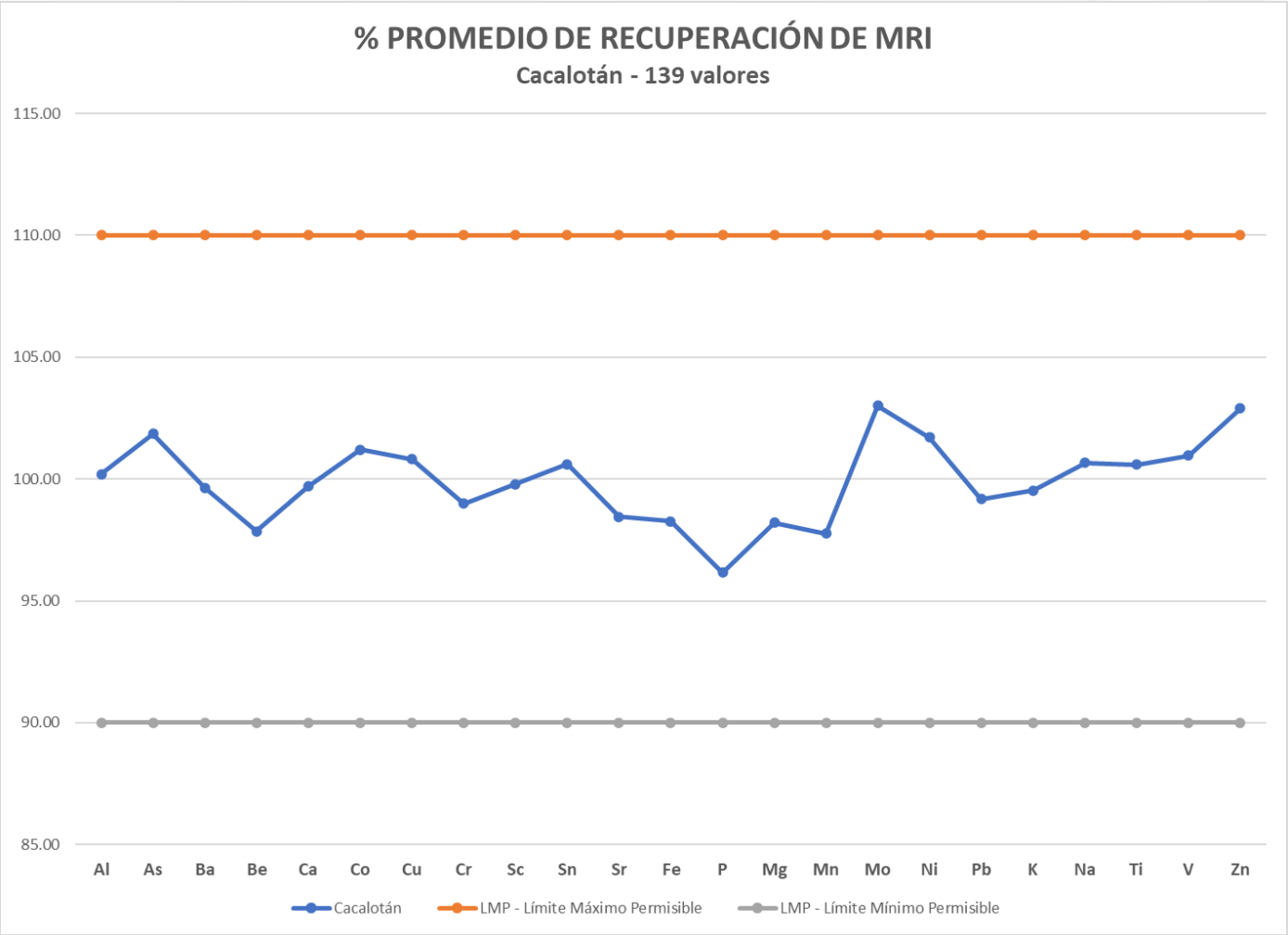
C/2025	Al %	As mg/kg	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Ca %	Co mg/kg	Cu mg/kg	Cr mg/kg	Fe %	P mg/kg	Mg %	Mn mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	K %	Na mg/kg	Tl mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
(0.5/50) SRM2709a1	3.70	8.90	445.30	0.34	1.51	10.74	32.31	93.66	3.19	606.18	1.36	490.00	68.71	11.23	0.51	647.87	0.46	94.22	86.05
(0.5/50) SRM2709a2	3.83	8.64	453.90	0.34	1.51	10.69	32.72	95.80	3.20	601.98	1.37	492.20	67.97	11.32	0.54	665.87	0.46	96.51	85.25
(0.5/50) SRM2709a3	3.79	8.87	450.60	0.34	1.51	10.60	32.75	96.01	3.14	596.78	1.36	488.50	68.03	11.35	0.53	662.87	0.46	96.47	84.54
PROMEDIO	3.77	8.80	449.93	0.34	1.51	10.68	32.59	95.16	3.18	601.65	1.36	490.23	68.24	11.30	0.53	658.87	0.46	95.73	85.28
DESVEST	0.067	0.142	4.339	0.000	0.000	0.071	0.246	1.300	0.032	4.709	0.006	1.861	0.411	0.062	0.015	9.644	0.000	1.311	0.755
%RSD	1.76	1.62	0.96	0.00	0.00	0.66	0.75	1.37	1.01	0.78	0.42	0.38	0.60	0.55	2.90	1.46	0.00	1.37	0.89
VALOR NOMINAL DEL SRM2709a	7.37	10.50	979.00	0.37	1.91	12.80	33.90	130.00	3.36	0.07	1.46	529.00	85.00	17.30	2.11	1.22	0.58	110.00	103.00
VALOR OBTENIDO	3.77	8.80	449.93	0.34	1.51	10.68	32.59	95.16	3.18	0.06	1.36	490.23	68.24	11.30	0.53	0.07	0.46	95.73	85.28
% DE RECOBRO	51.20	83.8	45.96	91.6	79.06	83.4	96.1	73.2	94.5	87.45	93.38	92.7	80.3	65.32	24.96	5.40	79.3	87.0	82.8
METHOD 3050B % RECOBRO	22.00	74.0	39.00	110.0	65.00	81.0	81.0	41.0	70.0	87.45	71.00	79.0	77.0	53.00	14.00	4.00	200.0	44.0	77.0



MRI en sedimentos



MRi -Cacalotán



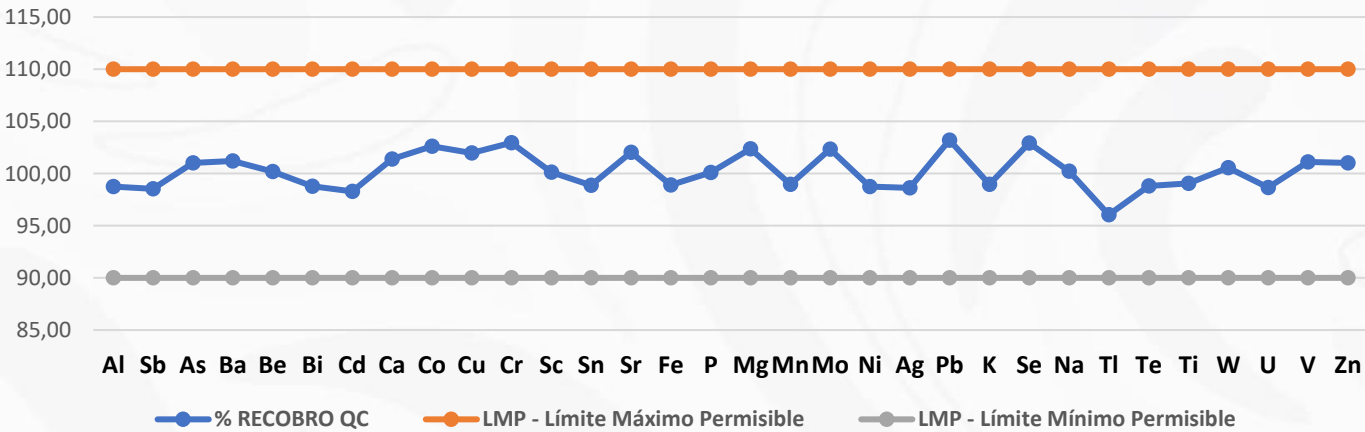
Control de calidad(QC´S) durante la lectura en el ICP-OES de sedimentos



481 CC procesados de 126 Órdenes de servicio en 2025

C/2025	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Al	Sb	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ca	Co	Cu	Cr	Sc	Sn	Sr	Fe	P	Mg	Mn	Mo	Ni	Ag	Pb	K	Se	Na	Tl	Te	Ti	W	U	V	Zn	
PROMEDIO DE QC'S	9.87	0.99	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	10.14	1.03	1.02	1.03	1.00	0.99	1.02	9.89	10.01	10.24	0.99	1.02	0.99	0.49	1.03	9.90	1.03	10.02	0.96	0.99	0.99	1.01	0.99	1.01	1.01	
VALOR NOMINAL QC'S	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.00	10.00	10.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	10.00	1.00	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
% PROMEDIO DE RECUPERACIÓN POR ELEMENTO	98.74	98.55	101.02	101.20	100.19	98.77	98.28	101.39	102.61	101.98	102.96	100.12	98.88	102.04	98.89	100.11	102.38	98.97	102.33	98.74	98.63	103.21	98.97	102.92	100.22	96.05	98.80	99.06	100.57	98.67	101.11	101.02	

% PROMEDIO DE RECUPERACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
126 OT´S PROCESADAS EN 2025 - 481 DATOS POR ELEMENTO



2025
Año de
La Mujer
Indígena

- ISO 9001
- NMX-EC-17025

Participación en Ensayos de Aptitud

- LQSI, Estados Unidos
- Geostats Pty Ltd, Australia
- Xamtec, Colombia
- CENAM, México
- IAG, Estados Unidos
- BGS, INGLATERRA
- ERA, Estados Unidos
- QOTHO MINERALS, Sudáfrica



QOTHO MINERALS (PTY) LTD
36 Pelindaba Road, Broederstroom
PO Box 13, Broederstroom, 0240, South Africa
Tel: +27(0) 87 004 3200; email: admin@qotho.co.za

QOTHO PTS PGM - 06 - 2022
Summertest assessment

6 of 7 sample/measurand combinations examined successfully, which is equivalent to 100.00% (minimum requirement: 50%).
Thereafter the minimum requirements for a successful participation in the ring test are fulfilled.

Signed: 
Dr. Amanda De Beer (Qotho Director)
Date: 2023/01/03



GEOSTATS PTY LTD
Mining Industry Consultants
Reference Material Manufacture and Sales
20 Hines Road, O'Connor
WESTERN AUSTRALIA 6163
Ph: (+618) 9314 2566
info@geostats.com.au www.geostats.com.au

Certificate of Participation

This is to certify that

has participated in the October 2021
Geostats Survey of International Laboratories

S. Romero
Operations Manager

P.J. Hayes
Managing Director



**XVIII PROGRAMA INTERLABORATORIOS DE ANÁLISIS
POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE
RAYOS X PARA LA INDUSTRIA DEL CEMENTO**

Informe Laboratorio No. 105
Muestras No. 71 y No. 72 – Cemento

Noviembre 2022

www.xamtec.com
xamtec@xamtec.com
Carrera 22 No. 88A - 04
Tel: (+57) 401 746 5344
Bogotá D.C. - Colombia

Laboratory of Excellence
Servicio Geologico Mexicano-Centro Experimental Oaxaca

This laboratory has been recognized by ERA as a
Laboratory of Excellence for achieving 100% acceptable data in the
July 2022 WS ERA Proficiency Testing Round 312
which included 764 participating laboratories. This achievement is a demonstration of
the superior quality of this laboratory in evaluation of the analyte(s) listed below:

Alkalinity as CaCO3	Chloride	Conductivity at 25°C	Fluoride
Nitrate + Nitrite as N	Nitrate as N	Sulfate	Total Dissolved Solids at 180°C
Aluminum	Antimony	Arsenic	Barium
Beryllium	Boron	Calcium	Chromium

A Waters Company
Craig Huff, Senior Technical Manager

LQSI
COVER PAGE
AUB77, ALH, High Level Gold Analysis - 200 Mesh (75um)
Material Source: Australia
Report Version: Version 1

Customer No: 60006
Servicio Geologico Mexicano
Servicio Geologico Mexicano - Oaxaca MX

Issued Date: 16 Feb. 2023 03:49PM
Version 1

Please find following your Final LQSI PTP Report (Version 1) for this round. We thank you for submitting your data on time, allowing LQSI to submit our Reports to PTP Projects in a timely manner. If you have any questions regarding this Report, please notify us immediately at lqsi@sgs.com with as much detail as possible.

This report was prepared and reviewed by authorized members of the LQSI Staff:

Sidney Clayborn Laboratory Quality Services International (www.LQSI.com) LQSI Manager SGS Minerals Services Division 16150 Van Drunen Road US-60473 South Holland, IL Office: +1-708-331-3249 Direct Phone: +1-708-225-9121 Fax: +1-708-331-3040 Email: Sidney.Clayborn@sgs.com	Alexandra Vahora Laboratory Quality Services International (www.LQSI.com) Administrative Assistant SGS Minerals Services Division 16150 Van Drunen Road US-60473 South Holland, IL Office: +1-708-331-3249 Direct Phone: +1-708-225-9114 Fax: +1-708-331-3040 Email: Alexandra.vahora@sgs.com
---	--

The use of affiliates and/or subcontracting done in support of LQSI PTPs may include but is not limited to the following:
• Chemical analysis of samples for the purpose of determining homogeneity and suitability.
• Preparation and distribution of Geochemical Test Samples.

A Method Summary Report (MSR) for this Round is available in your Project library at www.lqsi.com.
Corrective Action Recommendations (CARs) associated with this Report are available in your Project library at www.lqsi.com and, if required, will be sent via email.
A Key Performance Indicator Report (KPI) is posted in your Project library at www.lqsi.com on or after the 6th of the month.

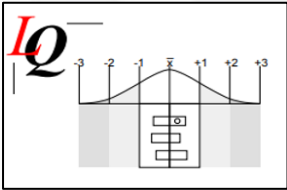
There are additional documents that may assist in your understanding of this report. These documents can be found under Public Library at our website www.lqsi.com.

Here is a list of some of the more pertinent documents:

Document Number	Title	Document Number	Title
024	PTP Types	812	Basic Statistics 001
025	Conformity Integrity English	822	Statistical Manual
031	User's Manual	0012 Outlier	Outlier Test
031	Confidentiality Agreement	0012 Outlier	Outlier Test (v2)
044	Introductory Manual	814	List of KPIs

We appreciate any comments that you may have about the LQSI SAMS2 system (e.g., data entry, registration, etc.)

Laboratory Quality Services International (www.lqsi.com)



PARAMETER	Unit	Lab Value		% Rel Diff	Z-Score	Precision Ratio
		Mean	SD			
Copper, Cu, Dry	mg/kg	1288.8	4.67	4.57	0.91	0.21
Lead, Pb, Dry	mg/kg	250.8	7.99	2.50	0.46	1.75
Zinc, Zn, Dry	mg/kg	230.5	2.47	4.36	0.70	0.66
Silver, Ag, Dry	mg/kg	3.60	0.141	9.97	0.60	2.36
Nickel, Ni, Dry	mg/kg	1980.3	11.67	3.26	0.45	0.69
Cobalt, Co, Dry	mg/kg	83.1	0.42	4.31	0.63	0.52
Arsenic, As, Dry	mg/kg	294.2	2.40	3.21	0.54	0.89

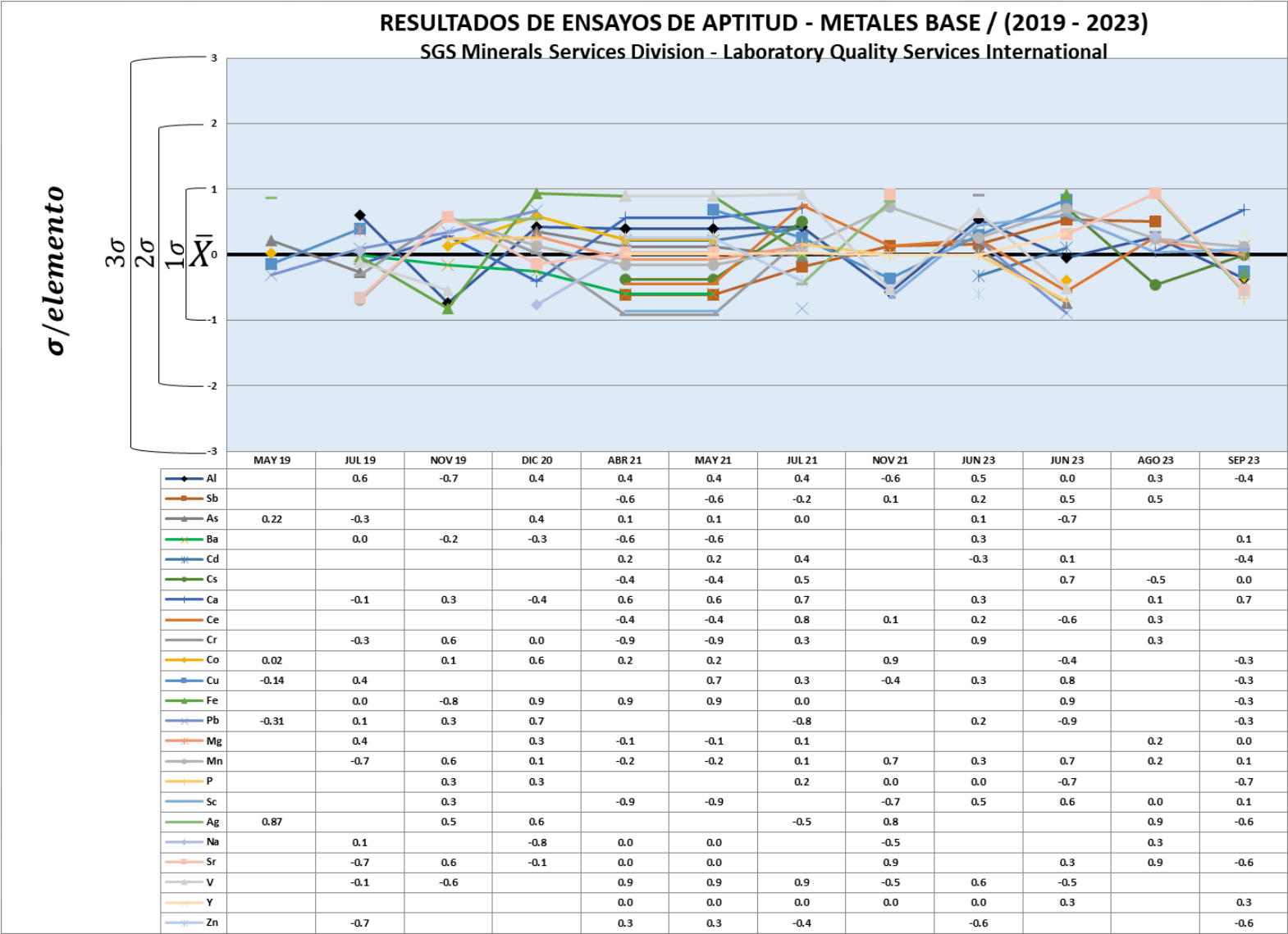
Ensayos de aptitud



Análisis de metales base en método acreditado (4 ácidos)



2025
Año de
La Mujer
Indígena



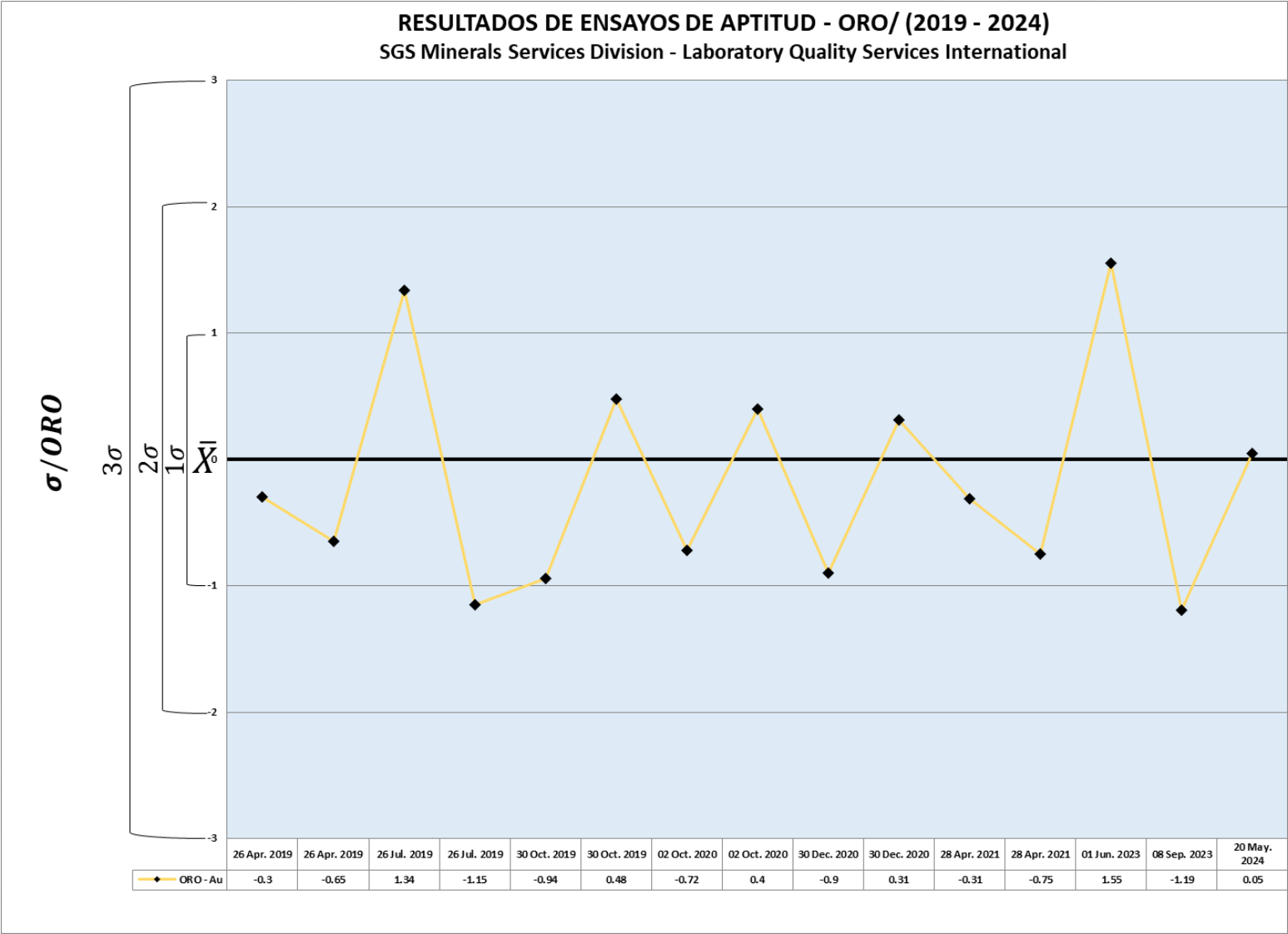
Ensayos de aptitud



Análisis de oro,
método acreditado
(AA y gravimetría)



2025
Año de
La Mujer
Indígena



conclusiones



Economía
Secretaría de Economía



El análisis químico de rocas y sedimentos es la base de la geoquímica aplicada. Las técnicas empleadas, validadas con materiales de referencia certificados, controles de calidad y ensayos de aptitud, aseguran resultados confiables y trazables. Por lo tanto, estos procedimientos establecidos sustentan la interpretación geoquímica y fortalecen los estudios de exploración y evaluación minera en el Servicio Geológico Mexicano.



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

¡Gracias!

“Sólo con resultados confiables podemos tomar decisiones firmes y construir el conocimiento geológico con certeza.”



Economía
Secretaría de Economía

