



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE PETROQUÍMICA

“Aprovechamiento del residuo proveniente del proceso de copelado de regulo de plomo de la industria metalúrgica como base de un proceso para la fabricación de catalizadores soportados”

Autor:

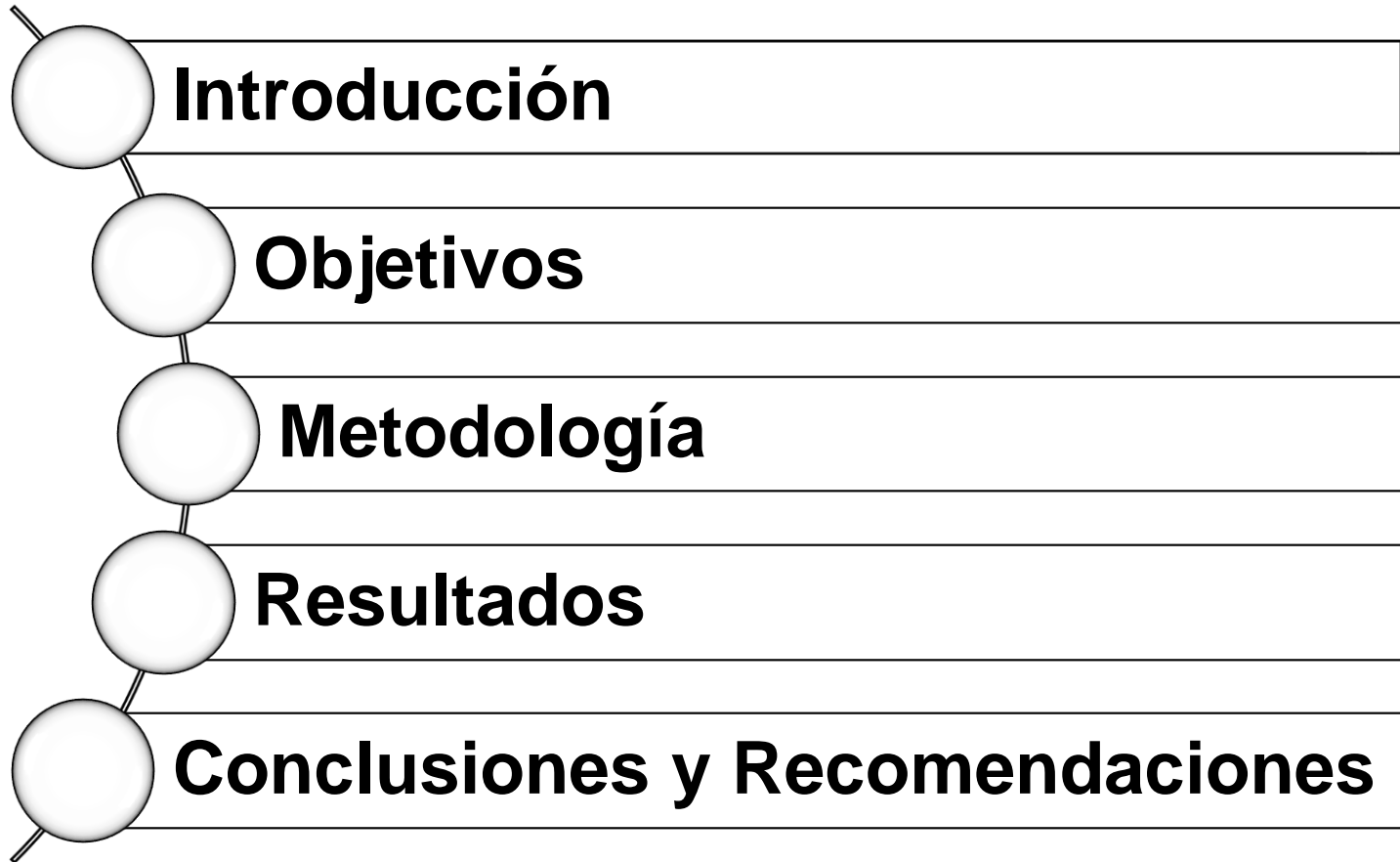
Calvopiña Herrera, Erik Alexander

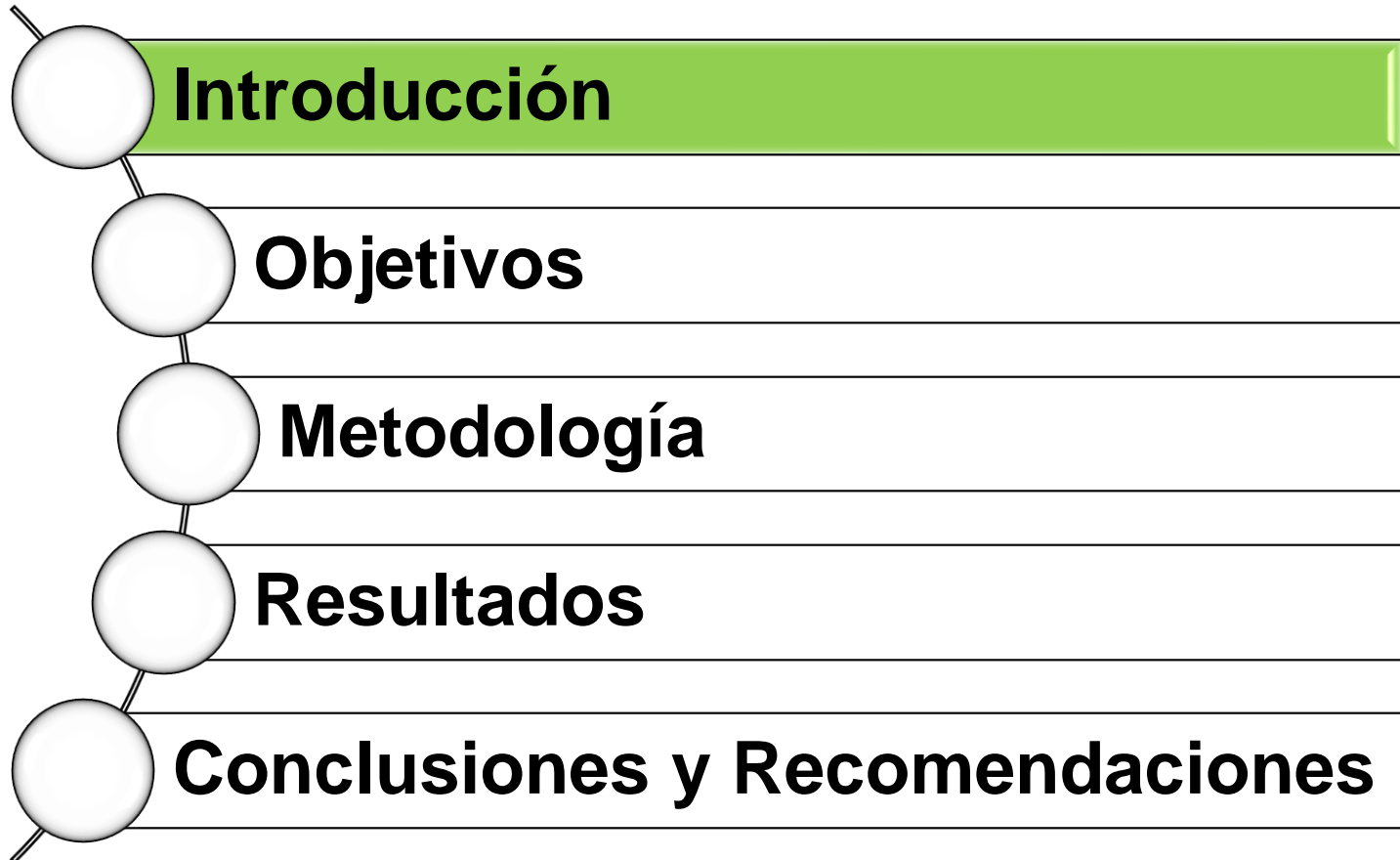
Tutor:

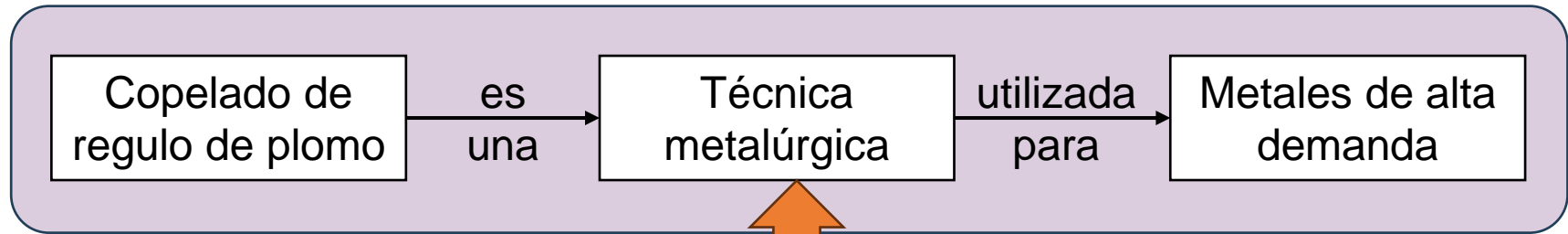
Ing. Yagos Arias, Carlos Jeanpier. Mgtr

Latacunga, 2024





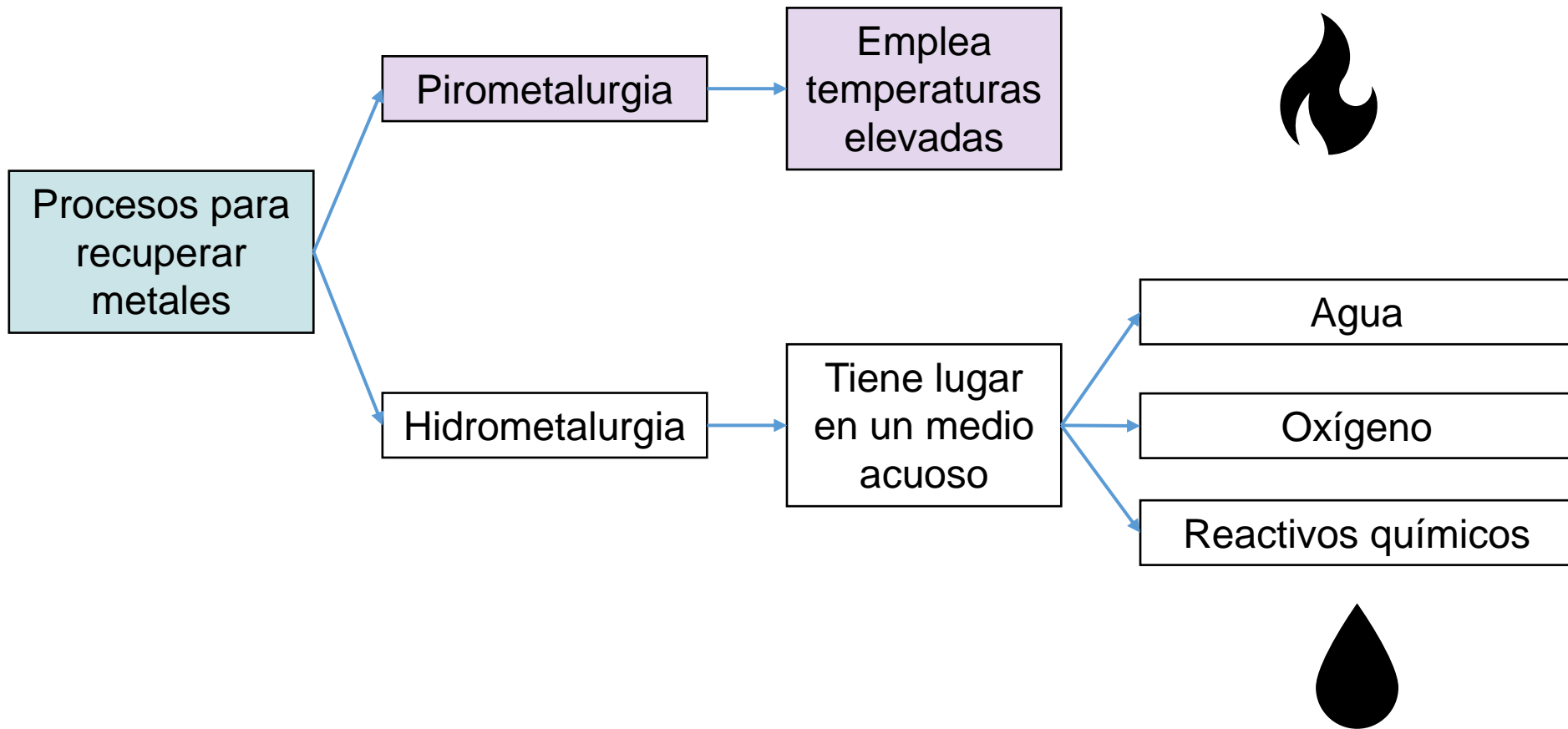


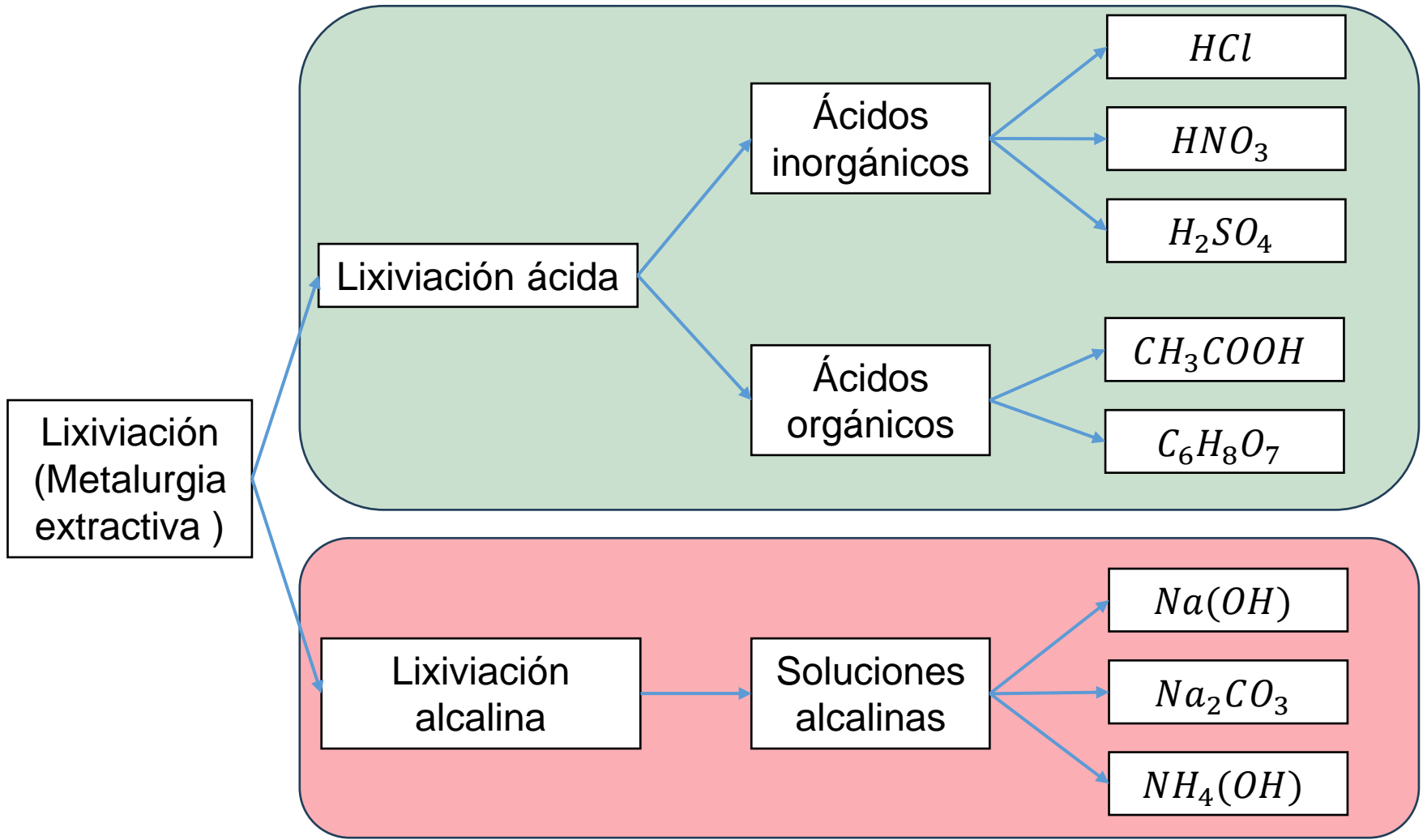


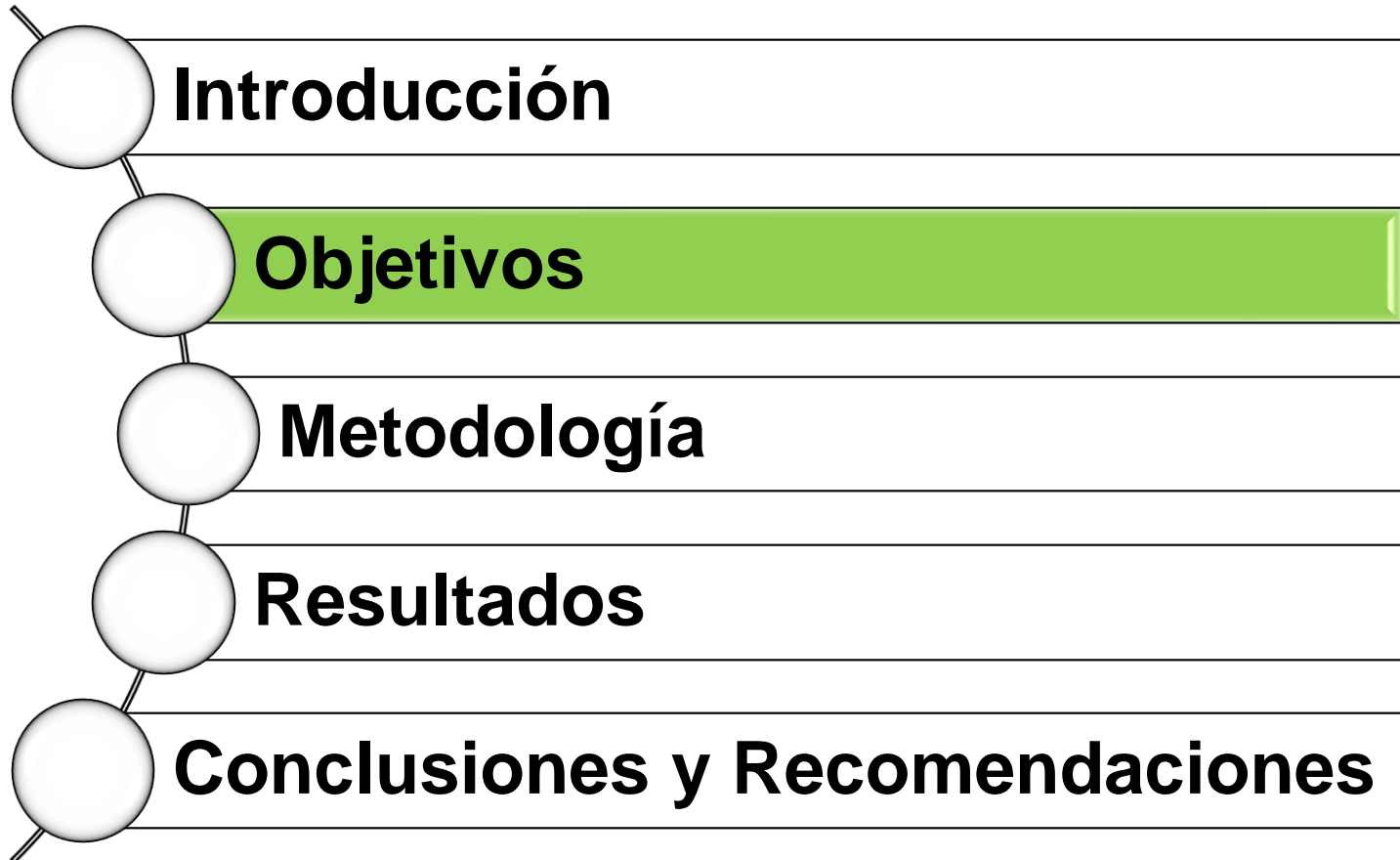
Parte del plomo en el proceso pasa al aire en forma de óxido.

El resto es absorbido hasta el fondo de la copela

Las copelas absorben el plomo hasta un 98%,







Aprovechar el residuo proveniente del proceso de copelado de regulo de plomo de la industria metalúrgica como base de un proceso para la fabricación de catalizadores soportados.

1

Realizar una revisión bibliográfica acerca del uso, manejo y aplicaciones de los desechos resultantes del proceso de copelado de regulo de plomo.

2

Caracterizar las copelas residuales teniendo en cuenta aspectos físicos, químicos y estructurales.

3

Desarrollar un método de extracción fisicoquímico eficiente para la recuperación del plomo presente en las copelas.

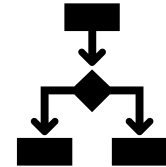
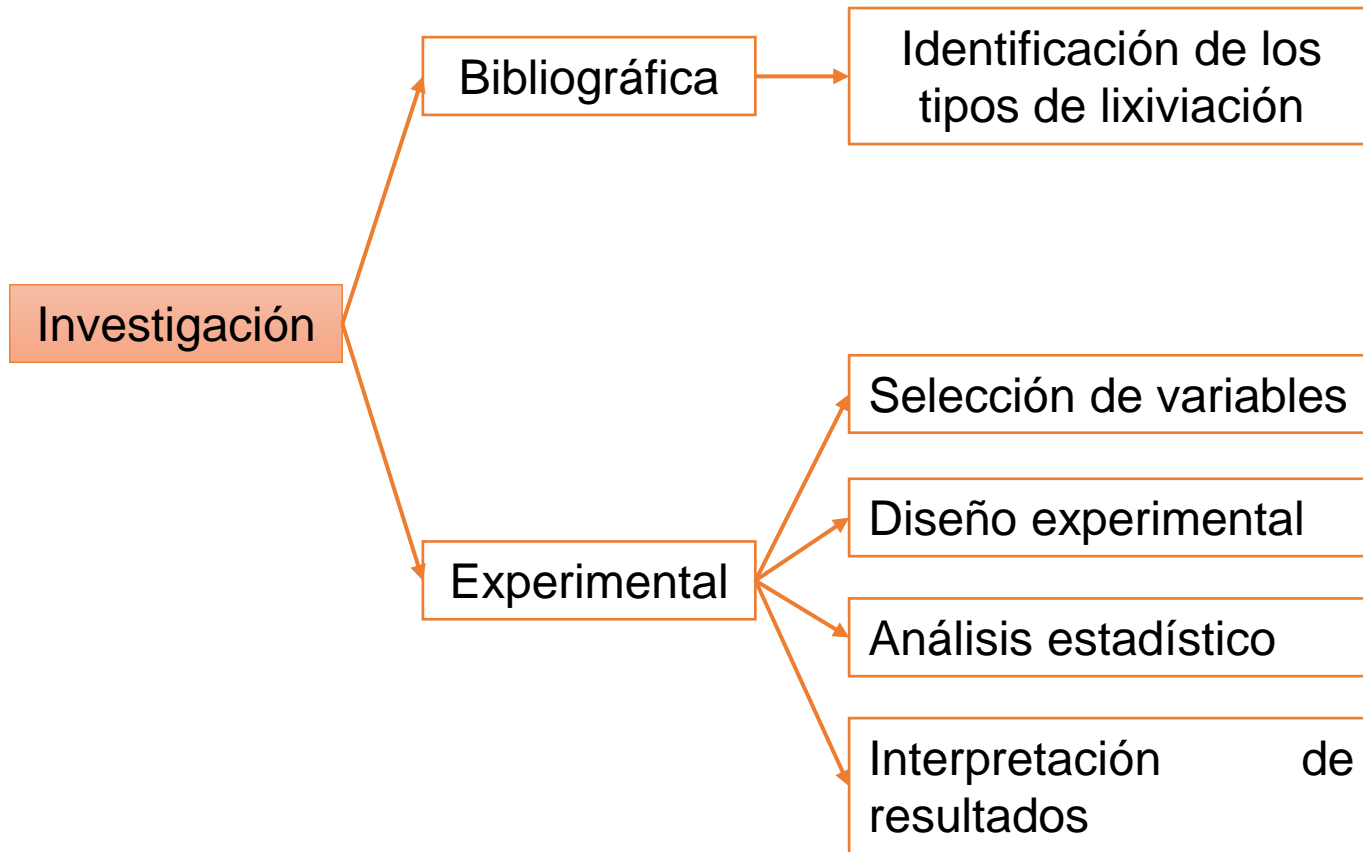
4

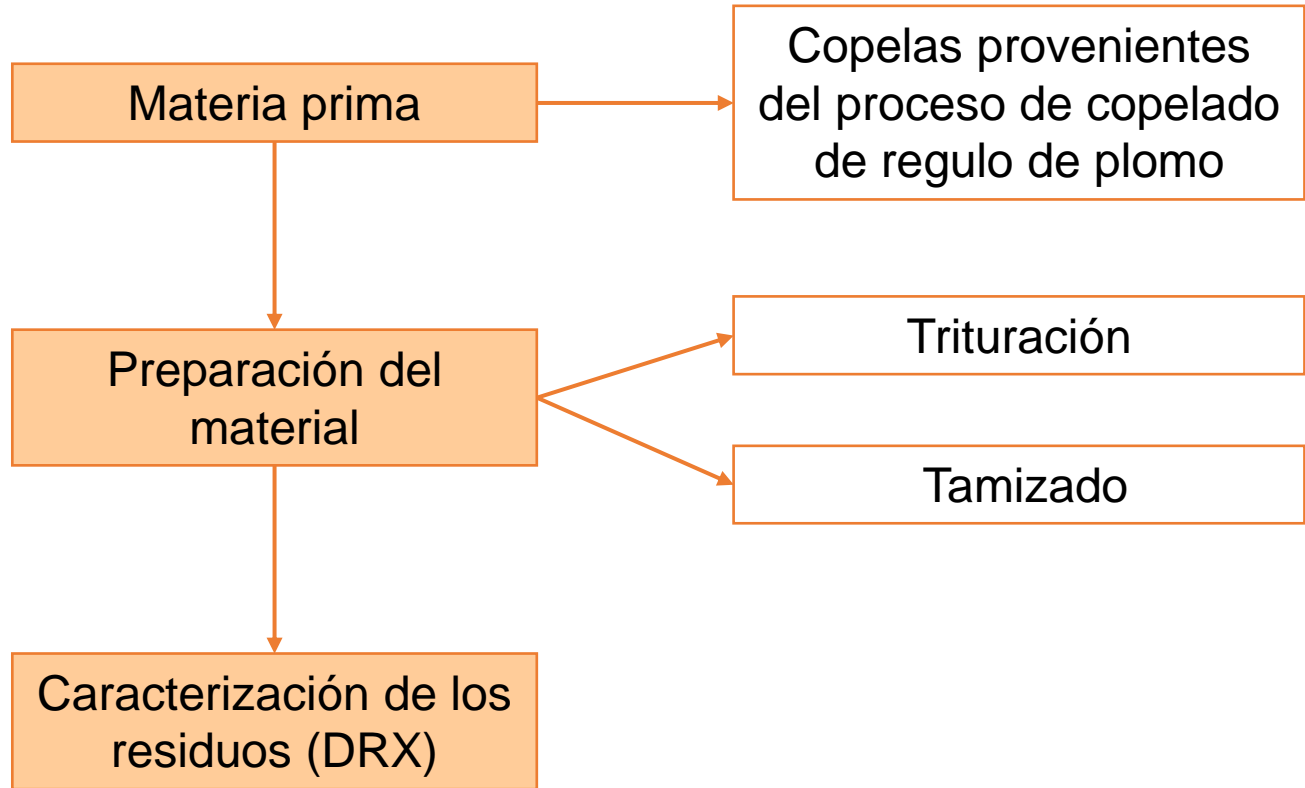
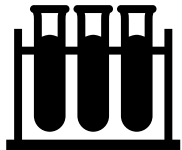
Caracterizar la muestra lixiviada utilizando técnicas de espectroscopia para confirmar la formación de acetato de plomo.

5

Elaborar un prototipo utilizando el producto obtenido como punto de partida para la posterior síntesis de un catalizador.

- **Introducción**
- **Objetivos**
- **Metodología**
- **Resultados**
- **Conclusiones y Recomendaciones**





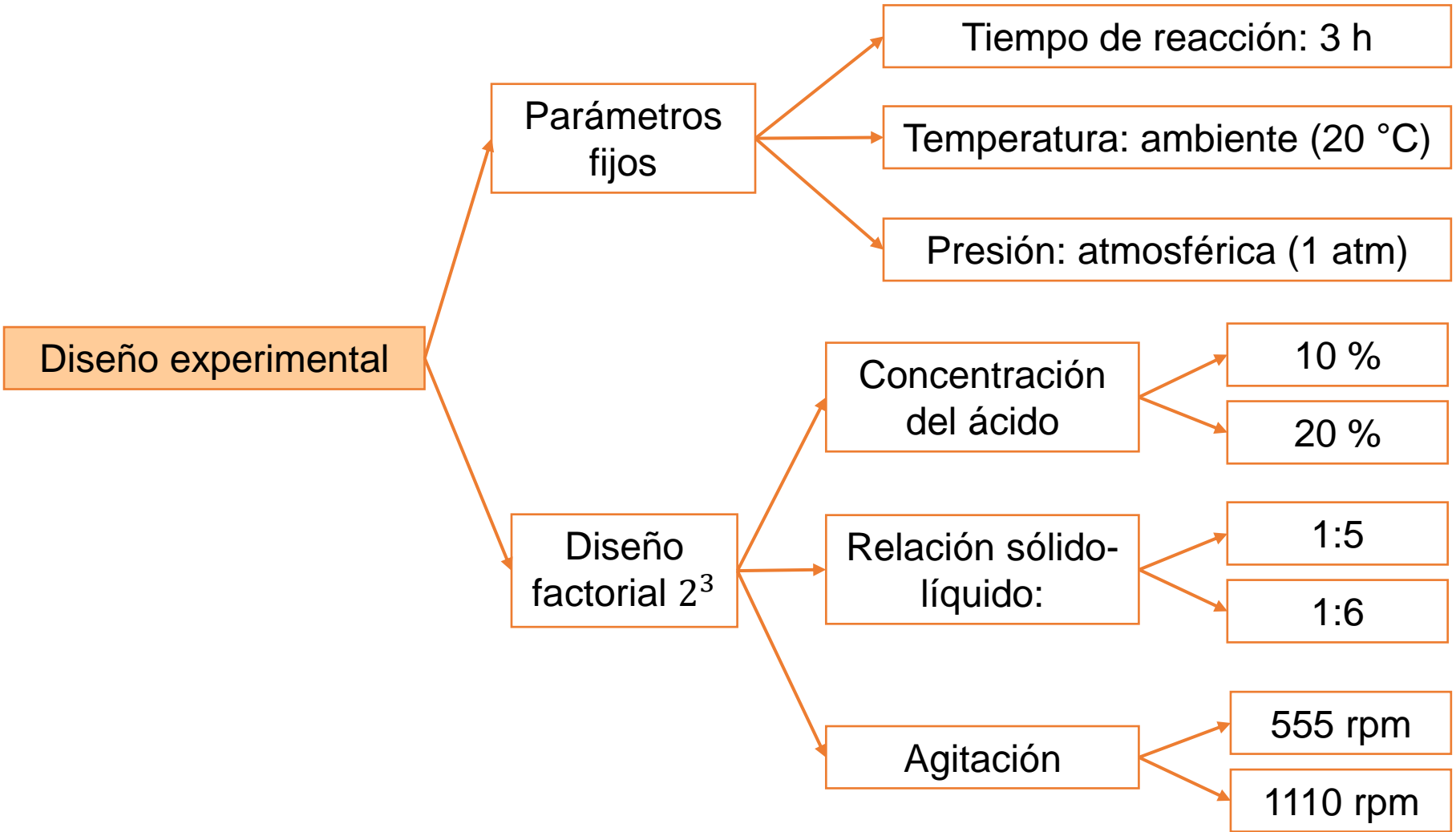


Figura 1

Lixiviación

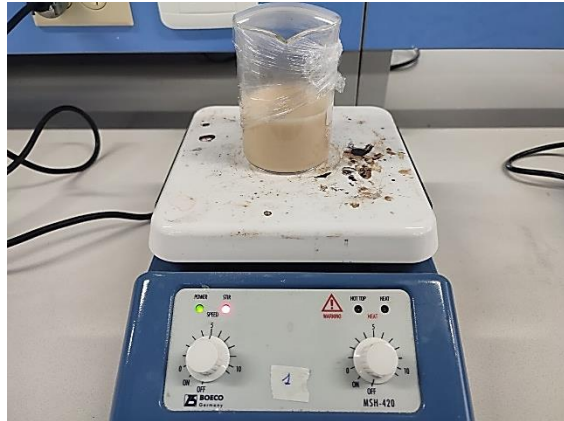
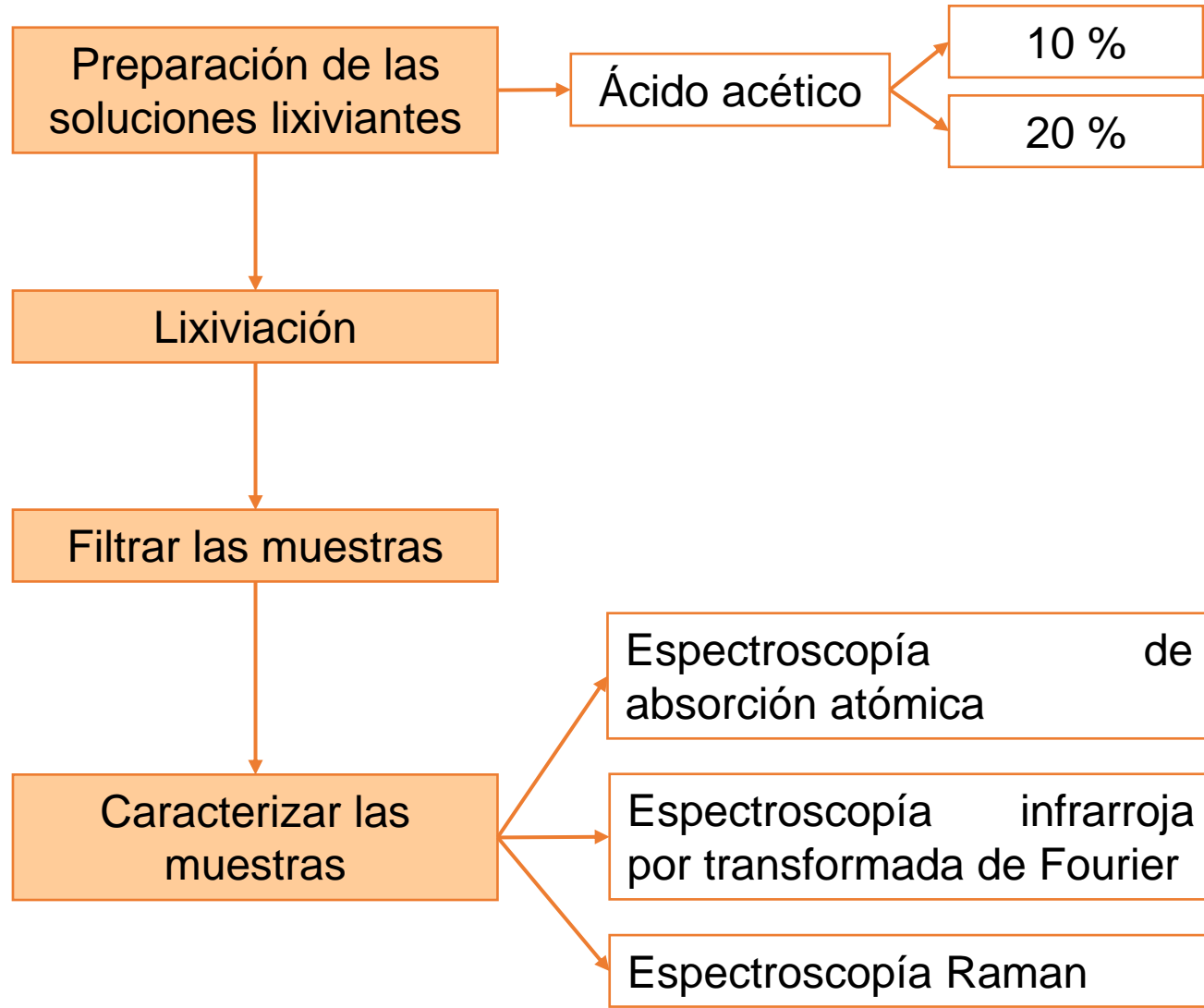
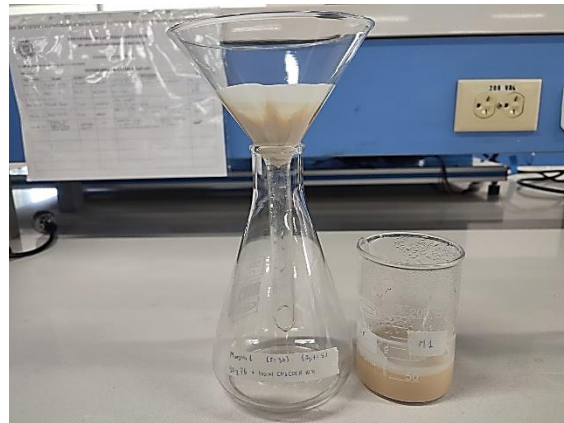


Figura 2

Filtrado



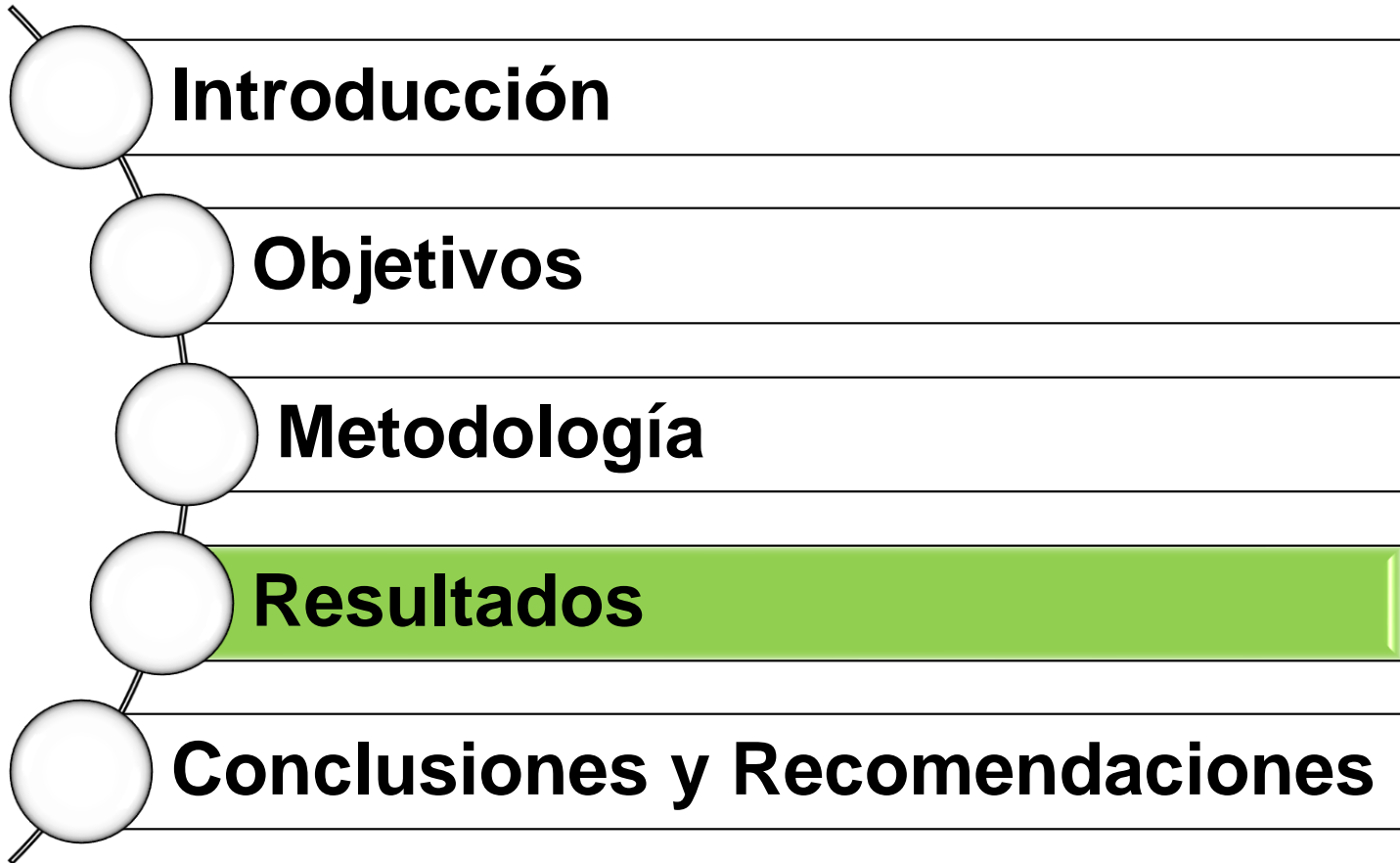


Tabla 1

Composición de los residuos de copelas.

Mineral	Fórmula	Contenido (%)	Estructura
Periclasa	MgO	67	Cubica con una escisión perfecta
Masicotita	PbO	15	Tetragonal
Litargirio	PbO	10	Ortorrómica
Coesita	SiO_2	5	Polimorfa
Minio	Pb_3O_4	3	Tetragonal

Nota. La tabla muestra los minerales presentes en los residuos de copelas.

Tabla 2

Lecturas de plomo de las soluciones lixiviadas

Concentración del ácido (%)	Relación sólido-líquido	Agitación (rpm)	Resultados-M1		Resultados-R1		Promedio (g/L)	
			(g/L)	%	(g/L)	%	(g/L)	%
10	1:5	555	37.9	73.17	38.2	73.75	38.05	73.46
10	1:5	1110	37.8	72.97	38.8	74.90	38.30	73.94
10	1:6	555	31.3	60.42	30.9	59.65	31.10	60.04
10	1:6	1110	31.8	61.39	34.1	65.83	32.95	63.61
20	1:5	555	48.7	94.02	46.4	89.58	47.55	91.80
20	1:5	1110	43.8	84.56	46.2	89.19	45.00	86.87
20	1:6	555	47.8	92.28	43.0	83.01	45.40	87.64
20	1:6	1110	42.1	81.27	46.6	89.96	44.35	85.62

Nota. Resultados de las lecturas de plomo por espectroscopía de absorción atómica.

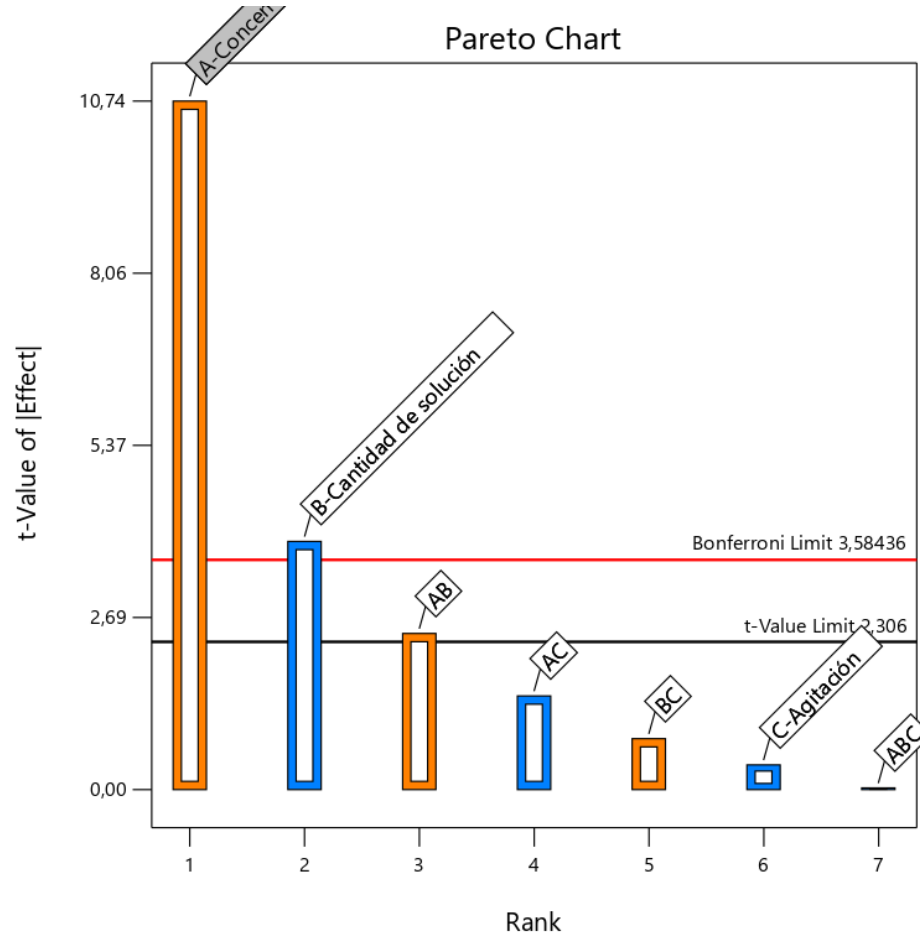
Figura 3

Diagrama de Pareto para la recuperación de plomo

Concentracion de Pb

A: Concentración del ácido
 B: Cantidad de solución
 C: Agitación

Positive Effects
 Negative Effects



Nota. Parámetros más significativos que contribuyen en la recuperación de plomo.

Figura 4

Maximización de los resultados

Factor Coding: Actual

Concentracion de Pb (g/L)

Concentracion de Pb (g/L) = 47,8

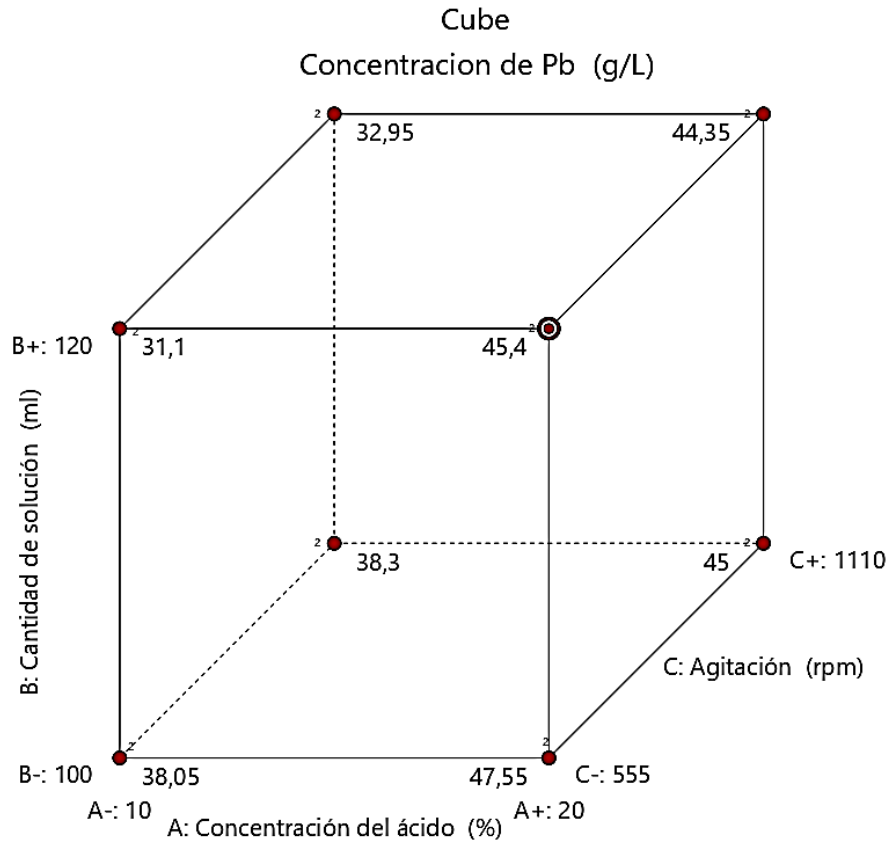
Std # 7 Run # 2

X1 = A = 20

X2 = B = 120

X3 = C = 555

Predicted values shown



Para recuperar 47.8 g/L

Concentración de ácido acético: 20 %

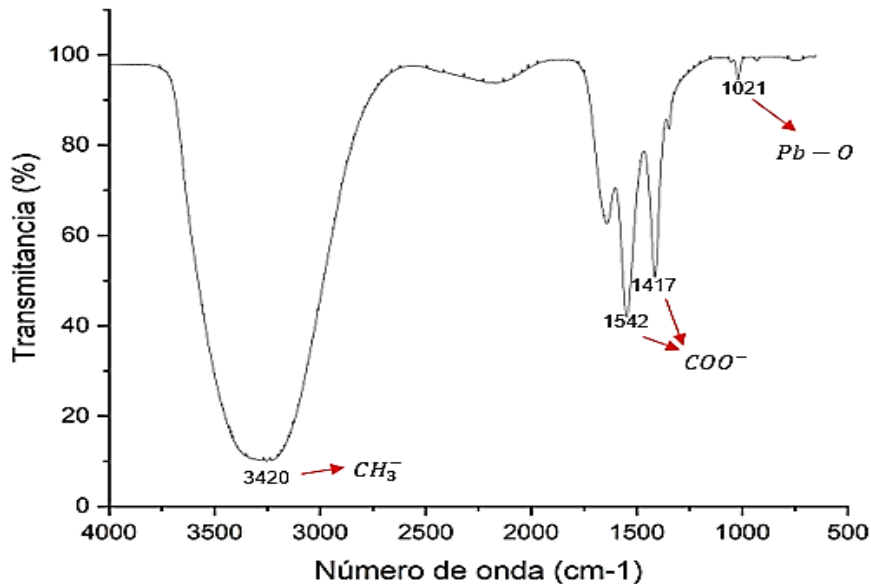
Relación sólido-líquido: 1:6

Agitación: 555 rpm

Nota. Condiciones para maximizar la recuperación de plomo.

Figura 5

Espectro infrarrojo con transformada de Fourier del acetato de plomo



Nota. Picos característicos del acetato de plomo en FTIR

Tabla 3

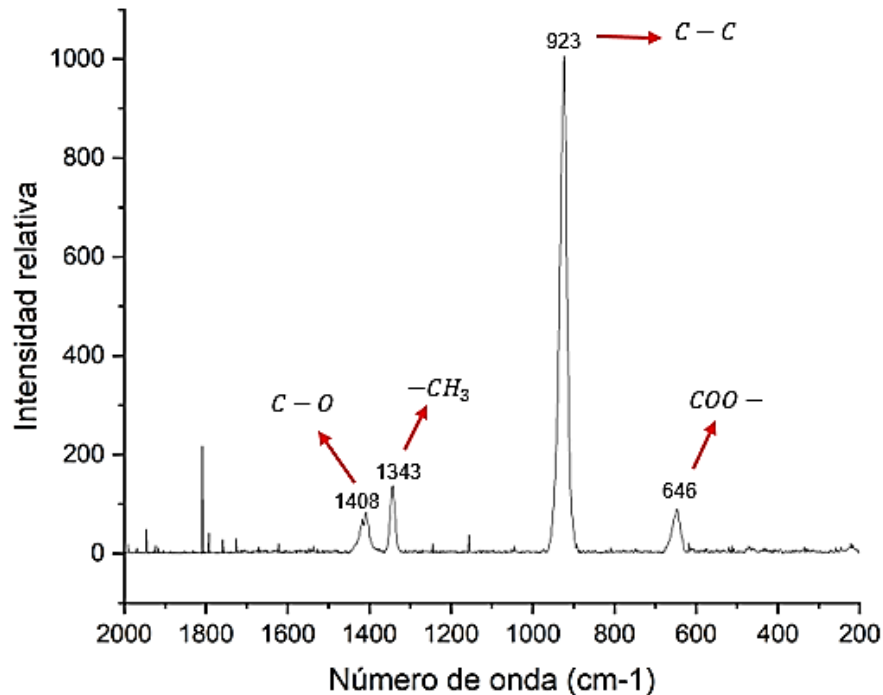
Grupos identificados en el FTIR

Grupos	Picos referenciales (cm ⁻¹)	Picos obtenidos (cm ⁻¹)
-CH ₃	2975 – 3500	3420
COO –	1420 – 1210 1650 – 1540	1417 1542
Pb – O	1022	1021

Nota. Comparación de picos obtenidos y picos referenciales por (Li et al., 2020)

Figura 6

Espectro Raman del acetato de plomo



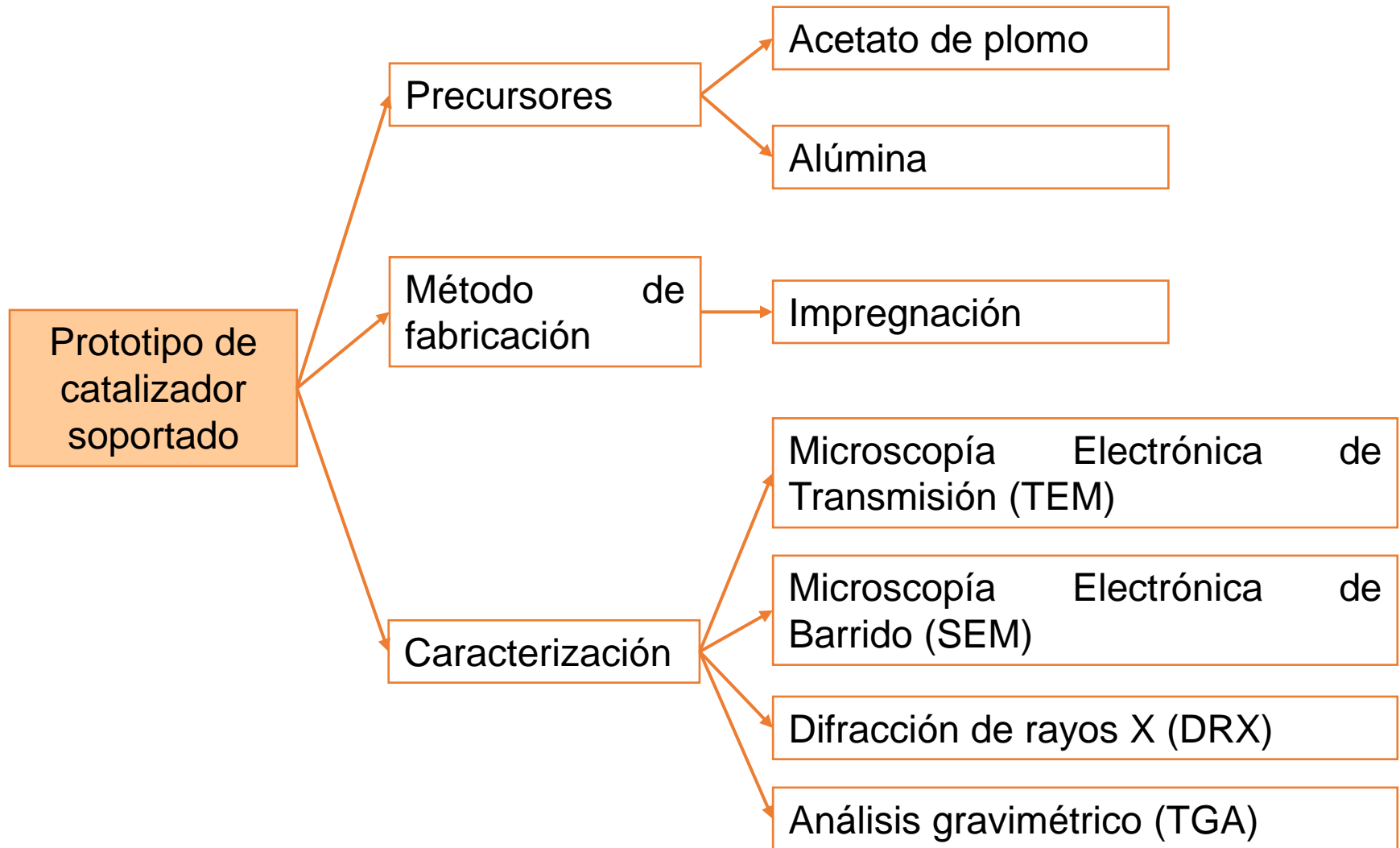
Nota. Picos característicos del acetato de plomo en espectroscopía Raman.

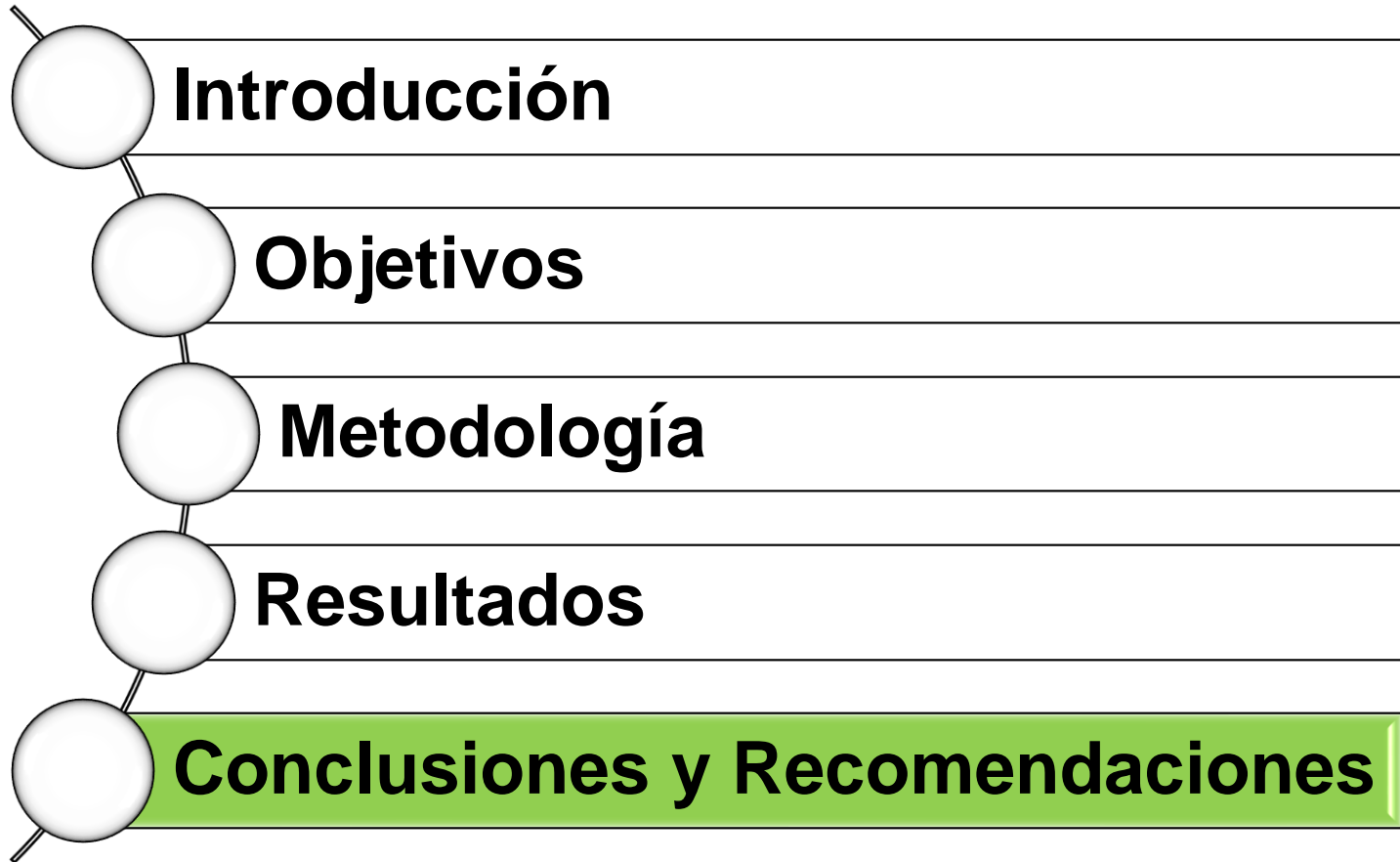
Tabla 4

Grupos identificados en el espectro Raman

Grupos	Longitud de onda bibliográfica (cm^{-1})	Longitud de onda medida (cm^{-1})
$O - C - O$	652 – 667	646
$C - C$	930 – 910	923
$-CH_3$	1346 – 1350	1343
$C - O$	1414 – 1407	1408

Nota. Comparación de picos obtenidos y picos referenciales por (Bernard et al., 2009)





- Se utilizó el residuo proveniente del proceso de copelado de regulo de plomo como materia prima para la obtención de acetato de plomo como un componente activo, que sirve como punto de partida para la fabricación de catalizadores soportados.
- Se revisó bibliografía relacionada con el uso manejo y aplicaciones de las copelas residuales, dichos residuos son usados como relleno de túneles de la industria minera o en el mejor de los casos son procesados donde liberan el plomo al medio ambiente, sin embargo, poseen un gran potencial al momento de fabricar catalizadores, debido a su abundancia, costos reducidos y composición.

- Los residuos de copelas se caracterizaron mediante difracción de rayos X, se identificó la presencia de minerales como la **periclasa**: mineral de óxido de magnesio (MgO), **litargirio**: mineral de óxido de plomo ($\alpha - Pb$), **masicotita**: mineral de óxido de plomo ($\beta - PbO$), **coesita**: mineral de cuarzo (SiO_2) y **minio**: mineral de óxido de plomo (Pb_3O_4)
- Se logró extraer exitosamente el plomo contenido en las copelas mediante un proceso de lixiviación ácida empleando ácido acético. Se extrajo el 91.80% del plomo inicial empleando una solución de ácido acético al 20%, con una relación sólido-líquido de 1:5 y una agitación de 555 rpm.

- Se caracterizó la mejor muestra lixiviada mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, se evidenciaron picos característicos del acetato de plomo a 1022 cm^{-1} , 1542 cm^{-1} , 1365 cm^{-1} y a 2927 cm^{-1} . Adicionalmente se realizó espectroscopia Raman, donde se observó picos a 646 cm^{-1} , a 923 cm^{-1} , a 1343 cm^{-1} y a 1408 cm^{-1} , por lo tanto, se confirmó la obtención exitosa de acetato de plomo tras el proceso de lixiviación.
- El acetato de plomo obtenido al lixiviar las copelas se utiliza como catalizador en los procesos de extracción de oro y plata, por lo tanto, se le puede considerar como versión inicial o prototipo de catalizador.

- Usar el equipo de protección personal adecuado: mascarilla con filtros, gafas, guantes de nitrilo y mandil para evitar la contaminación y/o intoxicación provocada por los metales pesados contenidos en las copelas especialmente plomo.
- Para optimizar la recuperación de plomo se recomienda estudiar la influencia de parámetros como la temperatura de reacción, la presión y el pH.
- Recuperar los demás metales contenidos en las copelas.

¡Gracias!