

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS - ESPE

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE PETROQUÍMICA

Utilización del residuo sólido del proceso de rebajado de la industria de curtiembre al cromo como base de un proceso de biorrefinería para la obtención de pigmentos inorgánicos a base de cromo

Realizado por:
Bustillos Acosta, Yadira Mishell

Tutor:
Dr. Rodríguez Maecker, Roman Nicolay

Latacunga, 2023

1





Introducción

Objetivos

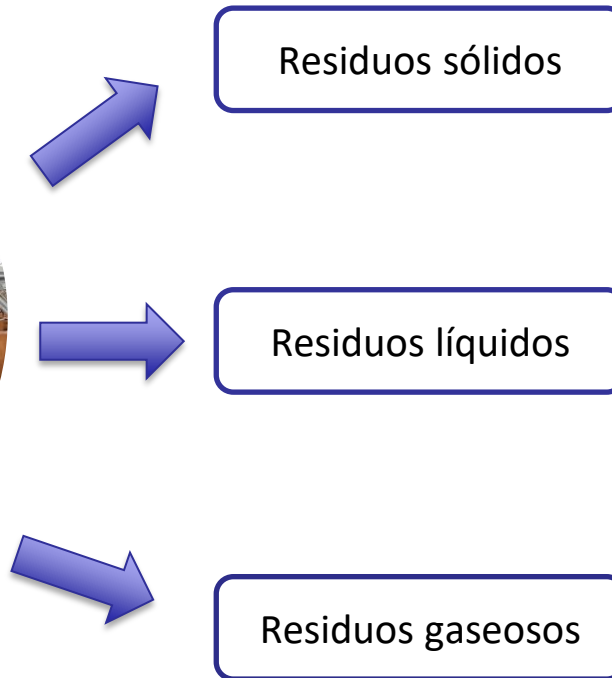
Metodología

Resultados

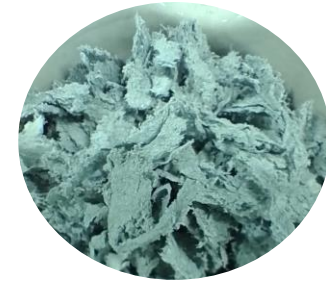
Conclusiones y Recomendaciones



INDUSTRIA DE LA CURTIEMBRE



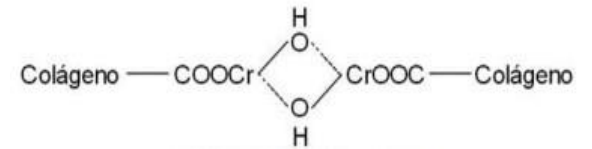
Virutas de wet blue

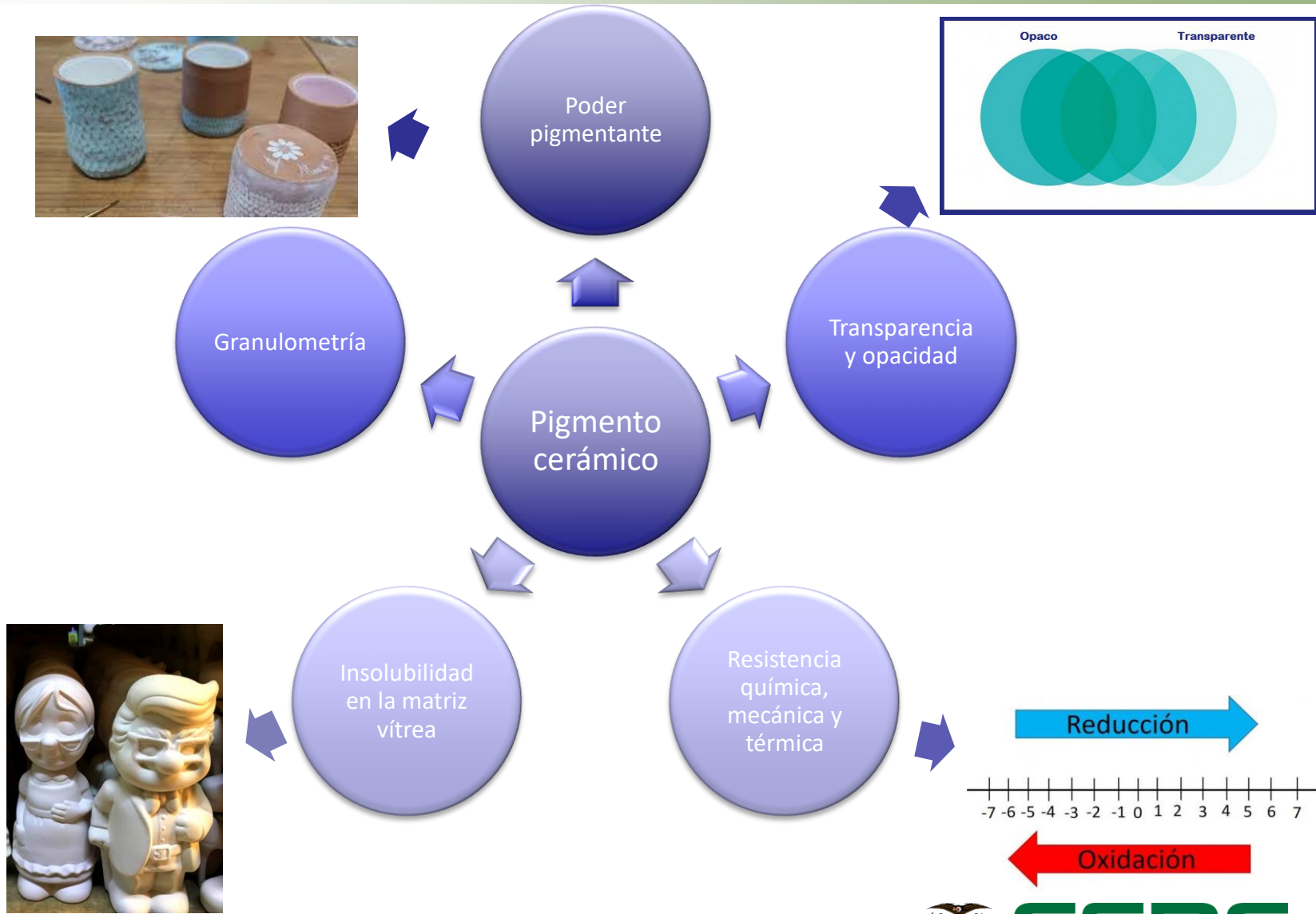


25%



Estructura







Producir pigmentos inorgánicos a base de cromo a partir del residuo sólido del proceso de rebajado de la industria de la curtiembre al cromo.

Caracterizar fisicoquímicamente las virutas de wet blue.

Realizar un estudio comparativo entre los dos procesos de recuperación de cromo granular.

Establecer las condiciones idóneas para obtener los pigmentos inorgánicos a base de cromo.

Caracterizar los pigmentos obtenidos mediante los parámetros establecidos para aplicaciones en cerámica.





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



Figura 1

Diagrama de flujo para la hidrólisis ácida

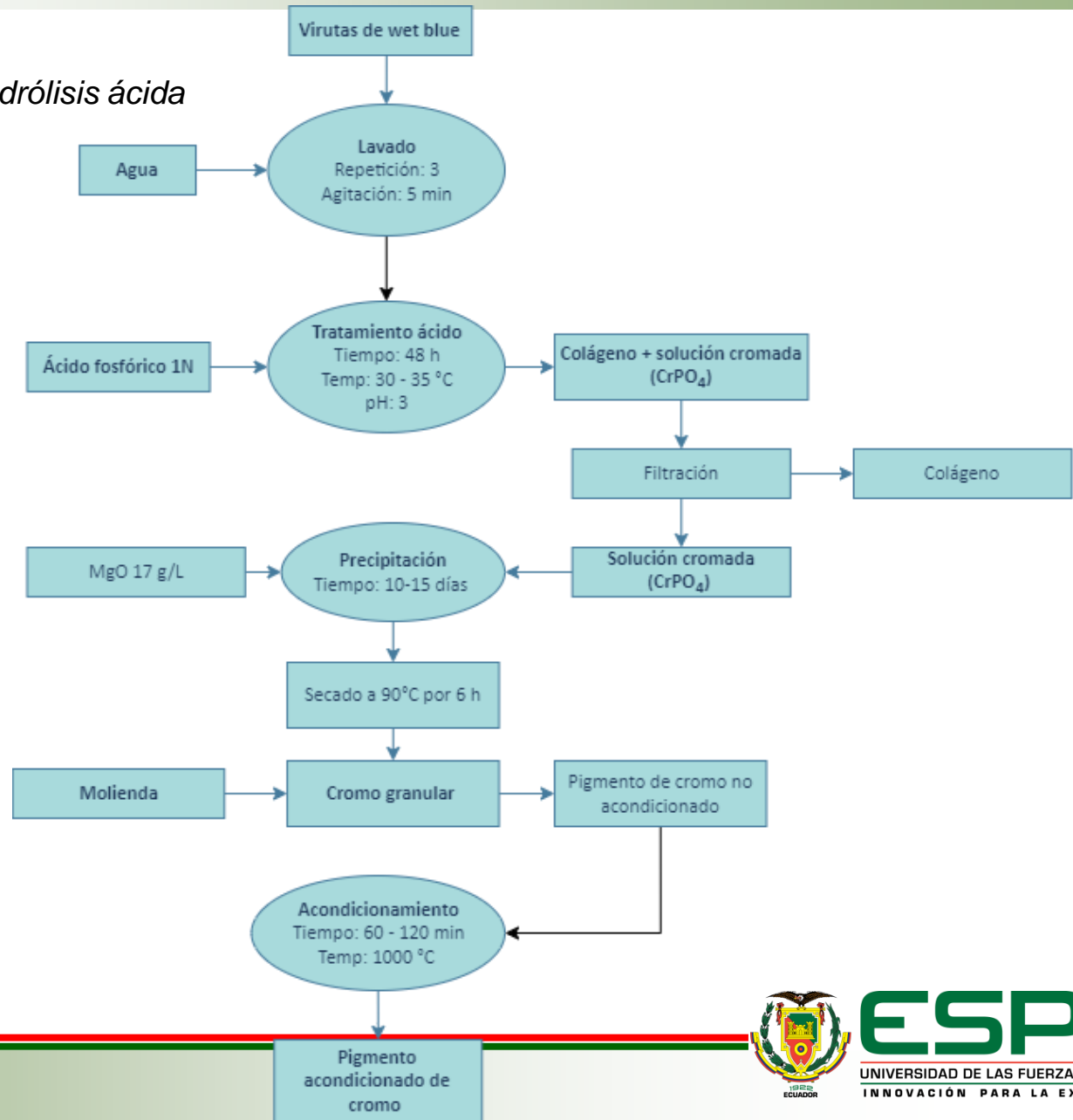
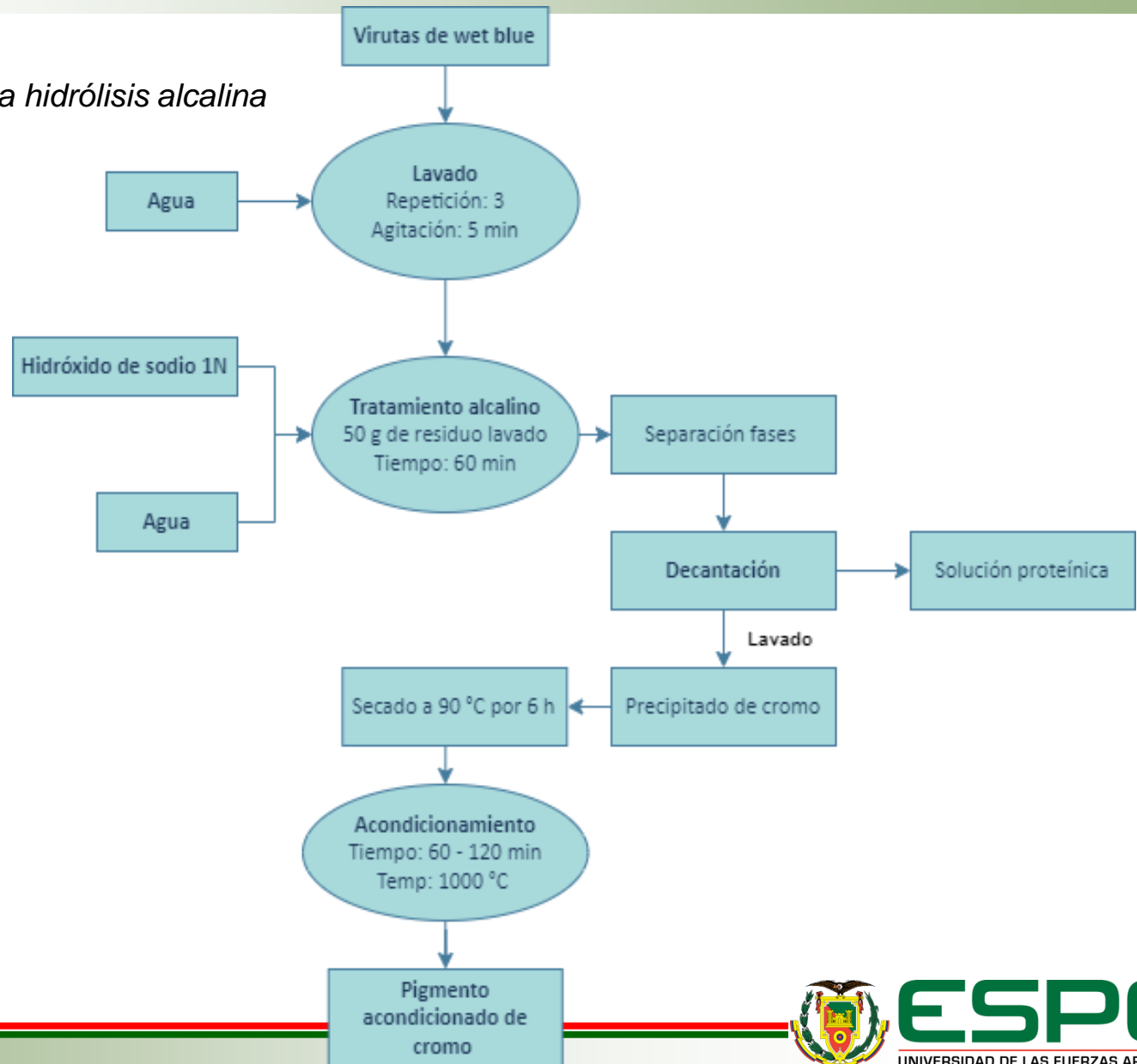
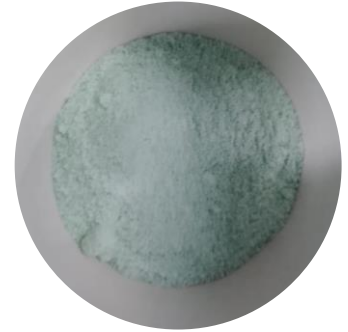
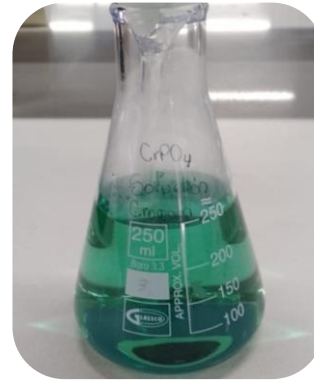
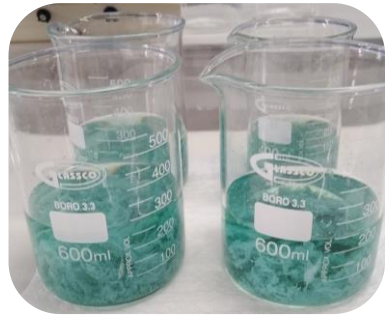
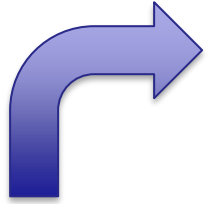


Figura 2

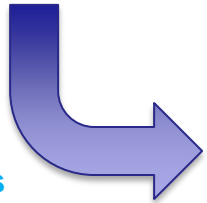
Diagrama de flujo para la hidrólisis alcalina



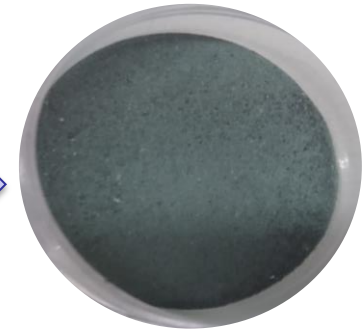
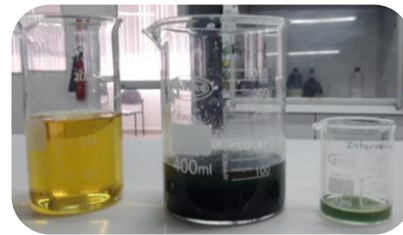
Hidrólisis
ácida

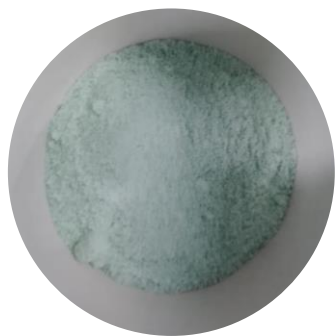


Virutas de
wet blue



Hidrólisis
alcalina





Peso muestra para el diseño experimental
5g

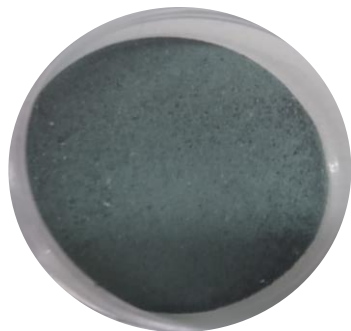


Tabla 3

Pesos de precipitado obtenidos método ácido

Muestra	Peso de la muestra (g)	Peso del precipitado seco (g)
1	6.0040	6.2495
2	6.0155	6.2571
3	6.0124	6.2553
4	6.0163	6.2571

Tabla 4

Pesos de precipitado obtenidos método alcalino

Muestra	Peso de la muestra (g)	Peso del precipitado seco (g)
1	50.0156	6.1185
2	50.0215	6.1223
3	50.0063	6.1144
4	50.0184	6.1196





Introducción

Objetivos

Metodología

Resultados

Conclusiones y Recomendaciones



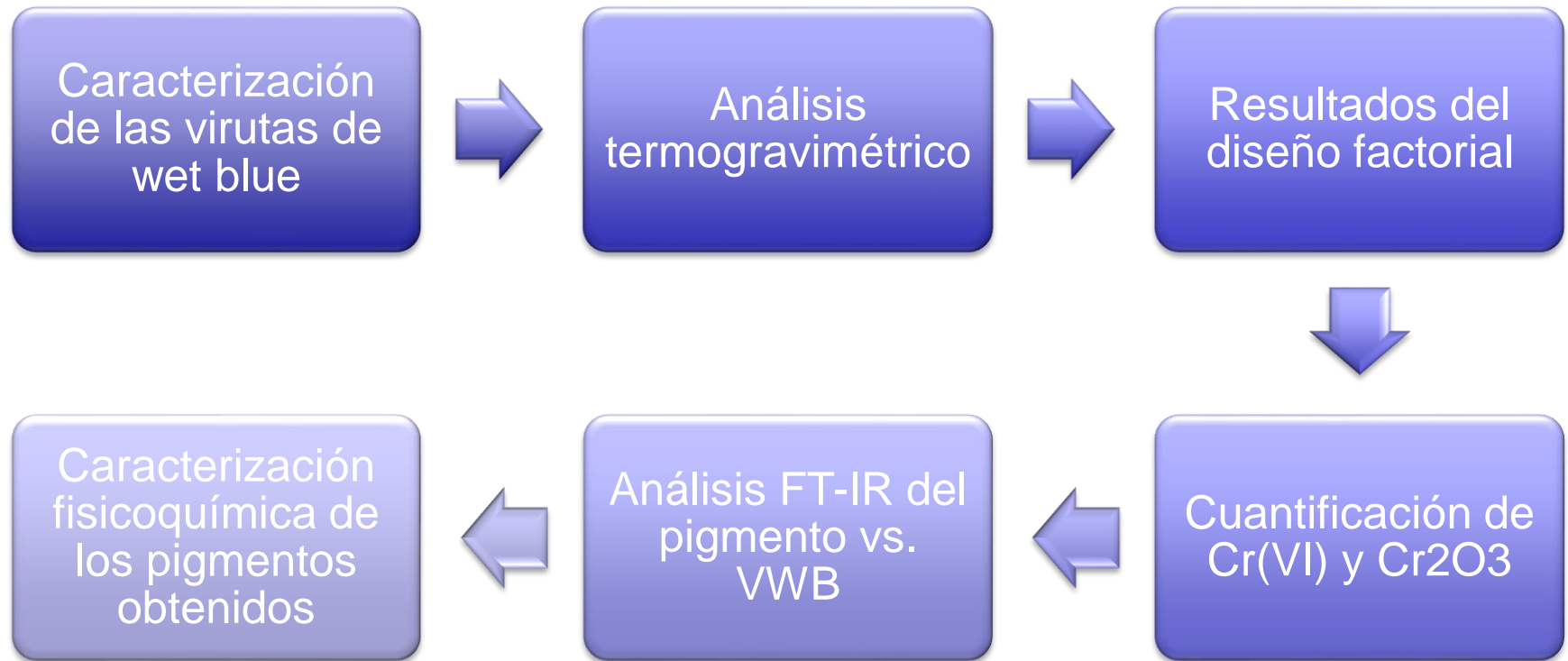


Tabla 5

Valores de la caracterización de las VWB

Propiedad	Valor
Color	Azul
% Humedad	52,06%
% Cenizas	3,35%
% Cr ₂ O ₃	3,0%
Aspecto	Espiral
pH	4,2

Presencia de cromo



Tabla 8

Resumen numérico de la gráfica de pareto

Término	Efecto estandarizado	Suma de cuadrados	%Contribución
A – Tiempo	-0.3745	0.280501	6.47782
B – Método	1.41935	4.02911	93.0474
AB	0.0142	0.00040328	0.00931327

Tabla 9

Resumen del modelo

S	R – cuadrado	R – cuadrado (ajustado)	R – cuadrado (pred)
0.0710	0.9953	0.9919	0.9814

Figura 4

Pareto de efectos estandarizados

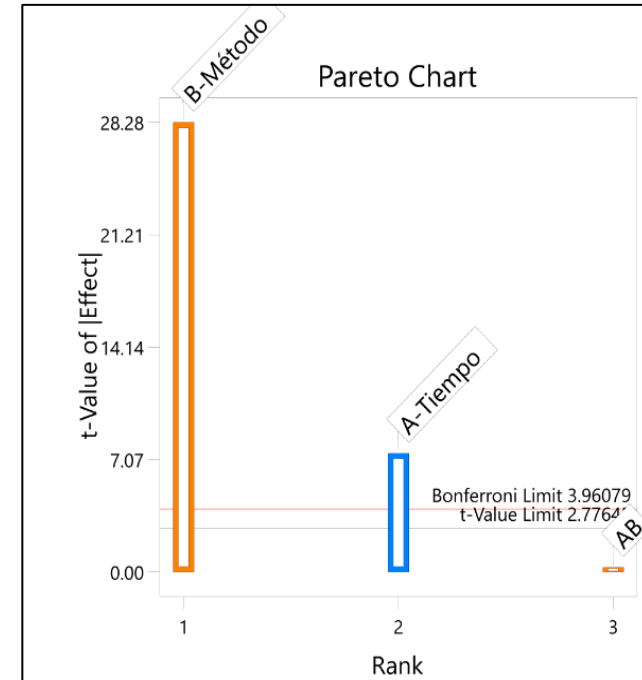
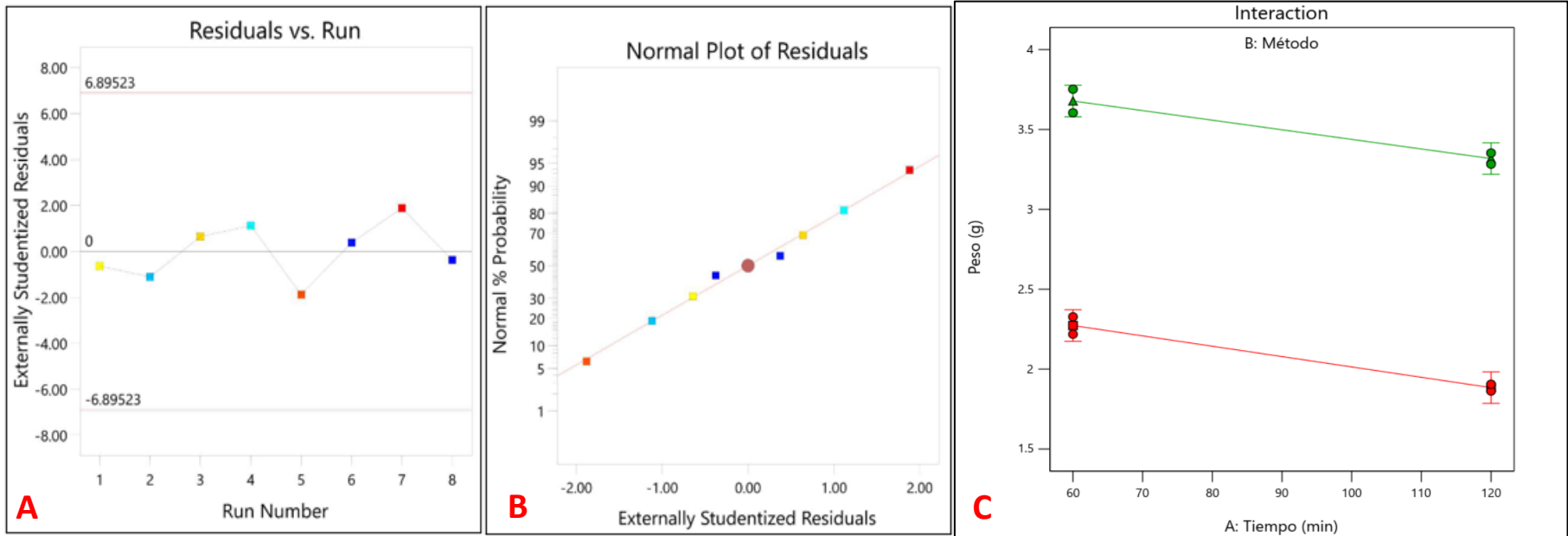


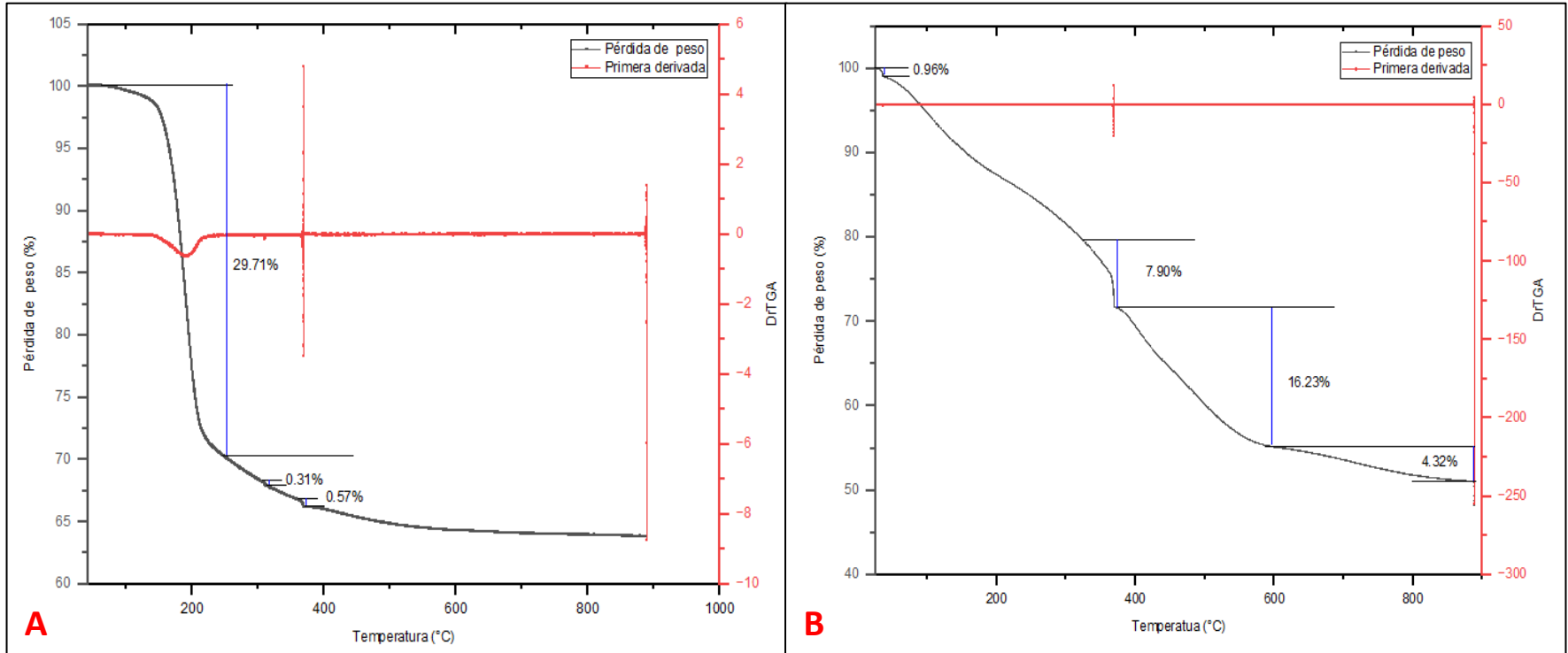
Figura 5
Resumen del diseño factorial



Nota. A) y B) Residuos para peso , C) Interacción de los efectos



Figura 3
Comparación de los termogramas para hidrólisis ácida y alcalina



Nota. A) Termograma hidrólisis ácida, B) Termograma hidrólisis alcalina



Tabla 10*Concentración de Cr(VI) para las muestras tratadas*

Muestra	Absorbancia media $\lambda = 540 \text{ nm}$	Curva de calibración	Cr (VI) mg/L
M1 (Lixiviado VWB)	0.489	$A = 649.63 C + 0.0158$	72.838 mg /L
M2 (Precipitado de cromo)	0.203	$A = 649.63 C + 0.0158$	28.816 mg /L
M3 (Hidrolizado de colágeno)	0.132	$A = 649.63 C + 0.0158$	17.887 mg /L

Norma
NTE
INEN
983

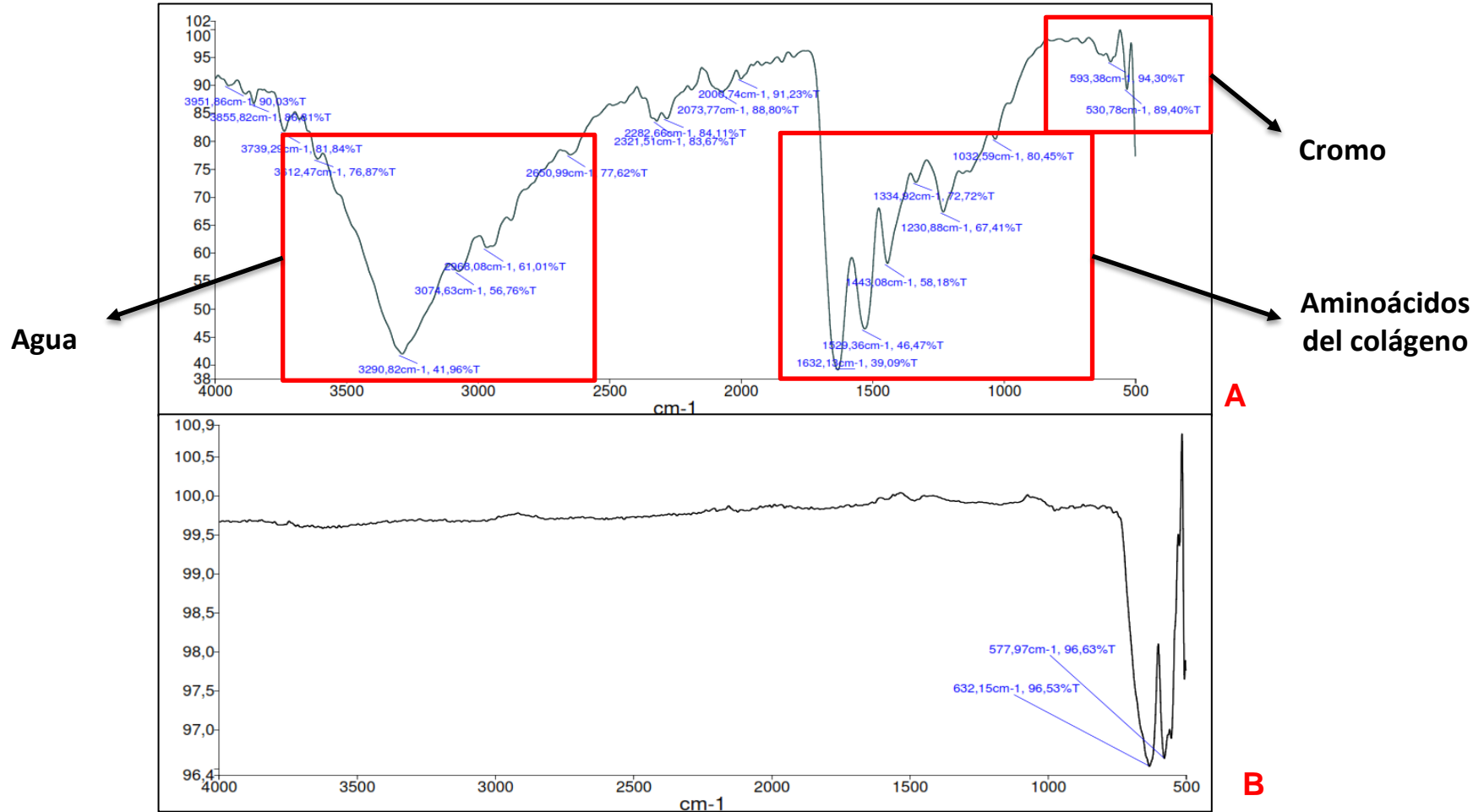


Tabla 11*Concentraciones de Cr₂O₃ en las muestras*

Muestra	Concentración de Cr ₂ O ₃ , mg/L
M1 (Lixiviado de VWB)	106.554
M2 (Precipitado de cromo)	42.1156
M3 (Hidrolizado de colágeno)	26.143



Figura 6
Comparación de los espectros FT-IR de las VWB vs. pigmento



Nota. A) Espectro FT-IR de las VWB, B) Espectro FT-IR del pigmento



VIDRIADO EN CERÁMICA

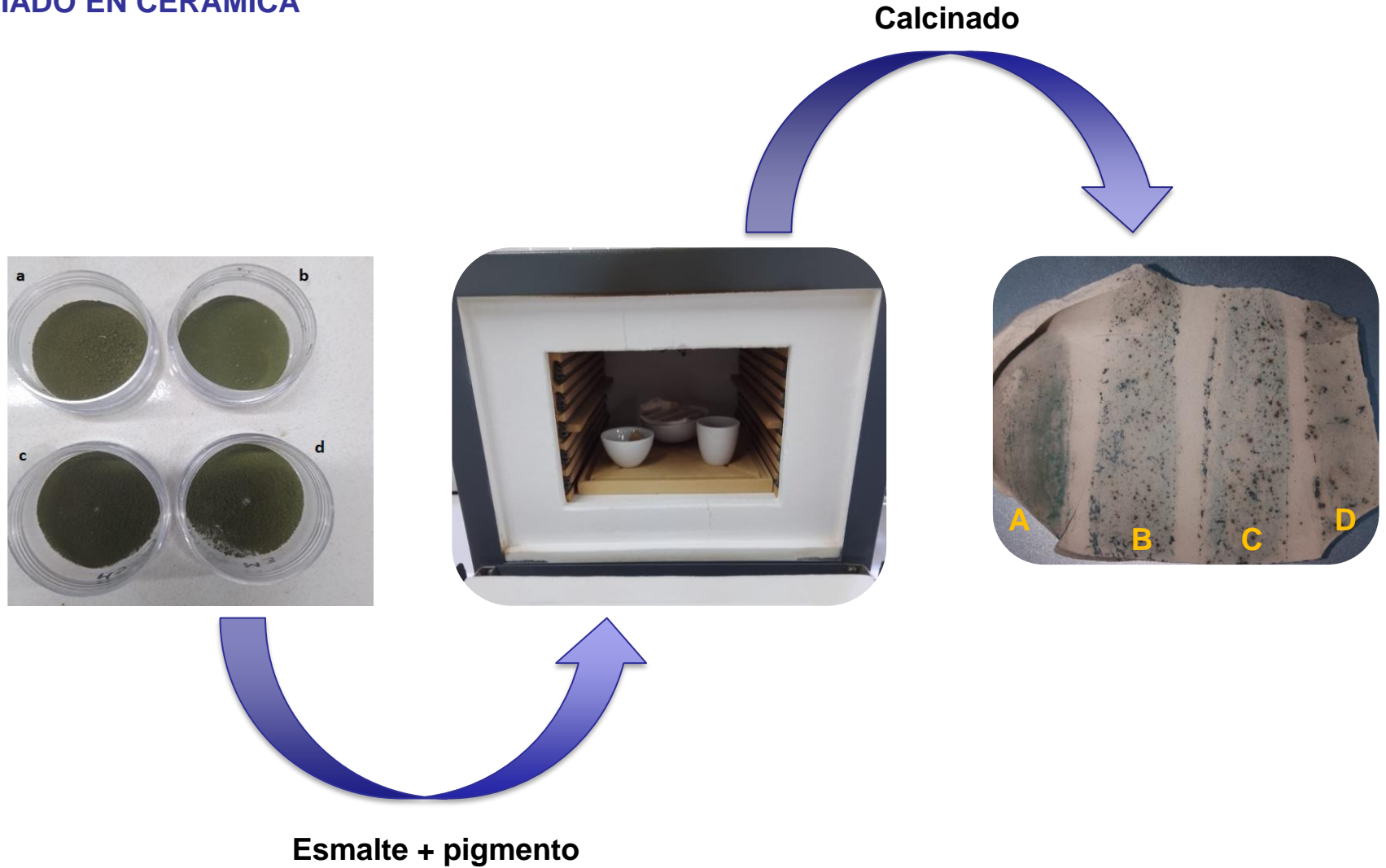


Figura 8

Resumen de la encuesta para el vidriado en cerámica

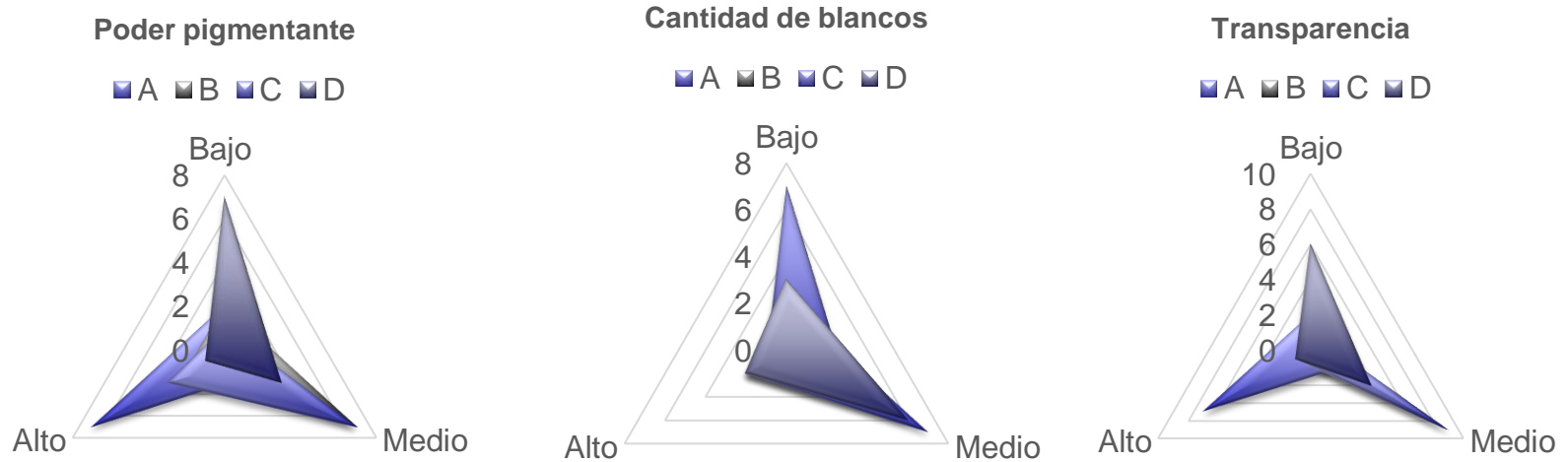
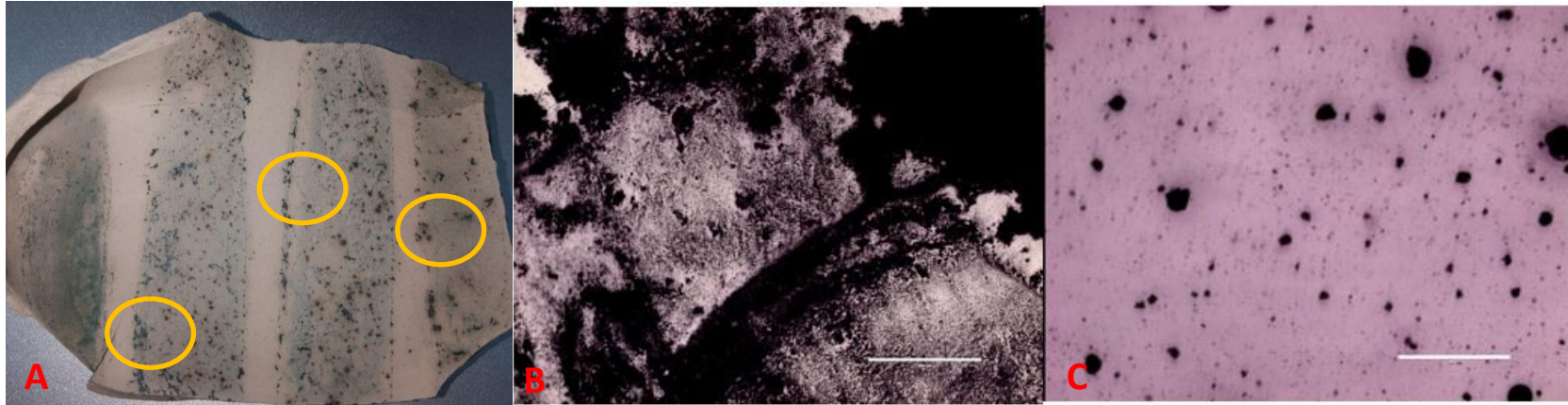


Figura 7

Imágenes de los pigmentos observados en el microscopio EVOS



Nota. A) Pieza cerámica vidriada B) Pigmento sin añadir al esmalte, C) Pigmento añadido al esmalte

Resistencia química y Solubilidad

Figura 9

Prueba de resistencia química

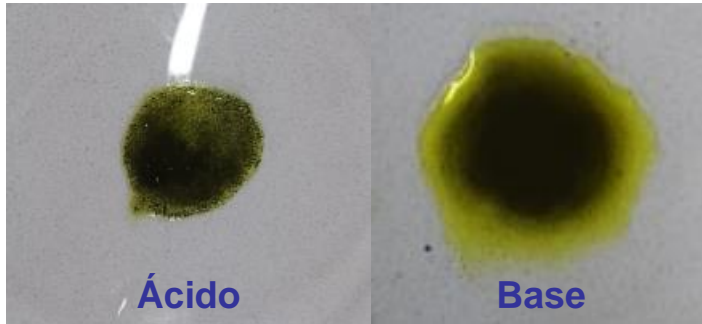
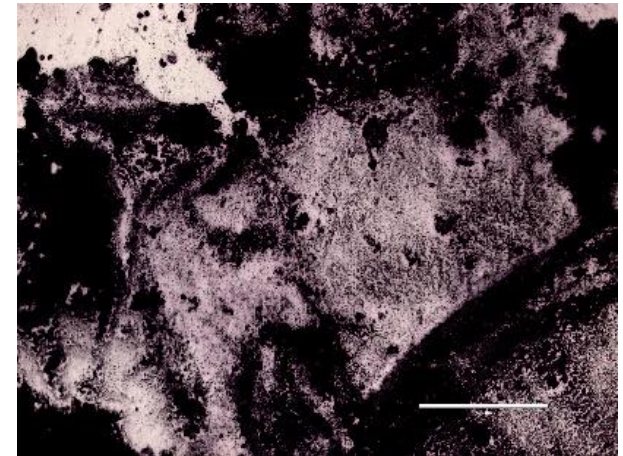
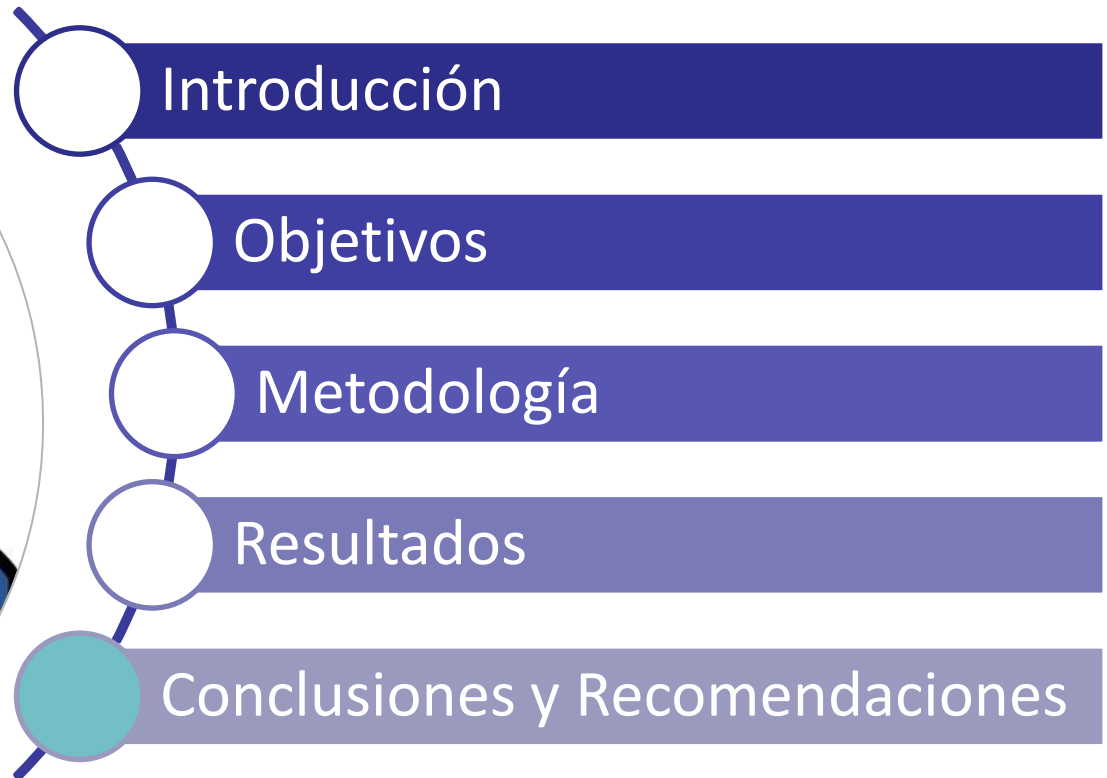


Figura 10

Prueba de solubilidad





- Se logró probar **la viabilidad de la producción de pigmentos inorgánicos a partir de las virutas de wet blue** como materia prima. Este residuo contiene una **concentración significativa de Cr(III) (72.838 mg/L)**, lo que permite, mediante un proceso de **hidrólisis y calcinación**, la obtención de pigmentos inorgánicos.
- El estudio sobre los procesos de recuperación de cromo reveló que el **método ácido es útil para la reutilización del colágeno sin hidrolizarlo** y no para la producción de pigmentos inorgánicos. Los pigmentos obtenidos por este método presentan una cantidad mayoritaria de agente precipitante lo cual afecta negativamente sus propiedades fisicoquímicas. Por otro lado, se demostró que el **método alcalino es el adecuado para la obtención de pigmentos**, ya que produce un resultado con propiedades fisicoquímicas similares a las del pigmento comercial.
- El vidriado en piezas cerámicas indica que los **pigmentos inorgánicos son buenos**, ya que presentan una alta resistencia térmica, alta opacidad, buena transparencia, poder pigmentante y color, los cuales son similares al pigmento comercial evaluado.



- Realizar el empleo de un **molino de bolas** con el fin de obtener un **tamaño de partícula menor** de los pigmentos inorgánicos, mejorando así las propiedades fisicoquímicas de estos.
- Analizar la posibilidad de emplear el colágeno residual obtenido de la separación del cromo para su implementación en aplicaciones futuras.
- Se recomienda implementar una etapa adicional en el proceso industrial de la industria de la curtiembre para la recuperación de cromo a fin de reducir la cantidad de virutas de wet blue no empleadas.



