



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ESTUDIOS  
MESOAMERICANOS  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOLÓGICAS

**ARQUEOMETRÍA DEL COLOR EN EL CONJUNTO PALACIEGO DE XALLA,  
TEOTIHUACAN. PRIMEROS RESULTADOS PARA UN ESTUDIO DE SU  
PRODUCCIÓN Y USO**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN ESTUDIOS MESOAMERICANOS**

PRESENTA:

**CARLOS LÓPEZ PUÉRTOLAS**

**TUTORES:**

DRA. LINDA ROSA MANZANILLA NAIM, IIA-UNAM  
DRA. MARIA LUISA VÁZQUEZ DE ÁGREDOS PASCUAL, DPTO. HISTORIA DEL  
ARTE-UV

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



“Declaro conocer el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, considerado en la Legislación Universitaria. Con base en las definiciones de integridad y honestidad ahí contenidas, manifiesto que el presente trabajo es original y enteramente de mi autoría. Las citas de otras obras y las referencias generales a otros autores, se consignan con el crédito correspondiente”.



## Agradecimientos

La primera dedicatoria es a mi familia, a mis padres, M<sup>a</sup> Carmen y Pepe, que me han apoyado en todas las decisiones de mi vida, este trabajo es por y para vosotros. En segundo lugar, a mi hermano Miguel, quien ha soportado innumerables conversaciones sobre las preocupaciones derivadas de esta investigación y me ha apoyado siempre que la situación lo ha requerido. Para cerrar el ámbito familiar, esta tesis también es para mis tíos y prima, María José, Ximo y Claudia quienes siempre han estado, están y estarán apoyando y animando.

Sin duda, esta aventura mexicana no habría sido lo mismo sin ti, Ángela, compañera de viaje y fatigas. Qué hubiera sido de este trabajo sin las largas conversaciones y reflexiones, sin el apoyo 24/7, sin la retroalimentación. La mitad de esta tesis es tuya.

Parte esencial de todo esto se la debo a Marisa Vázquez de Ágredos Pascual, quien me abrió las puertas de Mesoamérica y de la Arqueometría allá por el 2014. En los inicios, cuando lo único que tenía era mi deseo de dedicarme al estudio de Mesoamérica, me diste lo que más deseaba, una oportunidad para conseguirlo. Gracias por tu entusiasmo, por todas las enseñanzas y consejos, por mostrarnos el camino, abrírnoslo y apoyarnos en todo lo que estuviera a tu alcance. GRACIAS POR TODO.

Un agradecimiento especial a Linda R. Manzanilla, cuya seriedad y respeto por la arqueología y el trabajo es todo un ejemplo a seguir. Gracias por abrirme las puertas de esa magnífica cultura que es Teotihuacan, por permitirme indagar en los recovecos de lo que algún día seguro fue un bullicioso palacio teotihuacano. Estos dos años de aprendizaje en sus clases, reuniones, ponencias y compartiendo horas de laboratorio han sido altamente fructíferos para mí. Gracias por permitirme aprender de 40 años de investigación arqueológica.

Se agradece el apoyo del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural LANCIC sede Instituto de Física UNAM, a través de los proyectos CONACYT LN 271614 y LN279740; así como el apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN110416 y CONACYT CB 239609.

Asimismo, agradezco el apoyo del técnico de la M. en C. Jaqueline Cañetas Ortega y el Dr. Alejandro Mitrani Viggiano, técnicos del IFUNAM.

Quiero hacer una mención especial a todo el equipo del LANCIC-IF, a José Luís Ruvalcaba por abrirnos de par en par las puertas del laboratorio, a Edgar, a Sol, a Mitrani, a Miguel, a Isaac, a Angie, a Valentina, a Griselda, a Mayra y el resto de los que integran este laboratorio. Todos y cada uno de vosotros habéis aportado a este trabajo solucionando las innumerables dudas surgidas. Mi agradecimiento a todos vosotros es TOTAL.

No podía faltar agradecer a todos mis compañeros/as de maestría, a Meztli, a Mariana, a Jonathan y a Mirko. Hemos compartido dos años de insomnio, trabajo y estrés, pero sin duda las ojeras merecieron la pena. Un placer compartir este camino con vosotros. ¡Por muchos más!

Quiero terminar agradeciendo por su cooperación en esta investigación a Judith Zurita y a Rogelio Santiago, del Laboratorio de Fitólitos del IIA de la UNAM y a Antonio Morales del Laboratorio de Difracción de Rayos X del IF de la UNAM.

¡GRACIAS A TODOS!

## TABLA DE CONTENIDOS

INDICE DE FIGURAS.....	i-iv
INDICE DE TABLAS.....	v-vi
INDICE DE GRÁFICOS.....	vii-viii
INTRODUCCIÓN.....	1-3
<b>I. EL COLOR COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA.....</b>	<b>4-43</b>
i. <b>Contextualización del problema de investigación. Color, materiales y producción artesanal.....</b>	<b>4-13</b>
a) El cromatismo en Mesoamérica.....	4
b) Los usos del color en el contexto cultural teotihuacano.....	7
c) Cuestiones sobre el color como sistema de producción especializado en Teotihuacan.....	9
ii. <b>Antecedentes de estudio.....</b>	<b>12-22</b>
iii. <b>Problema de investigación .....</b>	<b>22</b>
iv. <b>Hipótesis y objetivos.....</b>	<b>22-23</b>
<i>Hipótesis</i>	
<i>Objetivos</i>	
v. <b>Marco teórico-metodológico.....</b>	<b>23-41</b>
a) Arqueología de la producción .....	23
<i>Especialización artesanal</i>	
b) Protocolo arqueométrico.....	32
• Fase I: revisión de materiales y toma de muestras.....	35
• Fase II: Análisis superficial.....	36-38
<i>Microscopía óptica (OM)</i>	
<i>Espectrofotometría UV-Vis</i>	
• Fase III: Análisis elemental.....	38
<i>Fluorescencia de rayos X (XRF)</i>	
• Fase IV: Análisis molecular.....	38-40
<i>Espectroscopía RAMAN.....</i>	<i>39</i>
<i>Espectroscopía Infrarroja (FTIR).....</i>	<i>40</i>
• Fase V: Análisis estructural.....	40
<i>Difracción de rayos X (XRD)</i>	
• Fase VI: Análisis microestructural.....	41
<i>Microscopía electrónica de barrido/dispersión de rayos X (SEM/EDX)</i>	
c) Técnicas complementarias.....	42
• <i>Estudio de fitolitos en artefactos líticos.....</i>	<i>42</i>
<b>II. EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO.....</b>	<b>45-76</b>
i. Teotihuacan. Contexto cronológico, político y artesanal.....	45
ii. Xalla. Un complejo palaciego Teotihuacano.....	63
<b>III. MATERIALES DE ESTUDIO.....</b>	<b>77-119</b>
i. Materiales Arqueológicos.....	77
a) Artefactos líticos.....	79
<i>Metates/metlapiles.....</i>	<i>79</i>
<i>Morteros y manos de mortero.....</i>	<i>85</i>

	<i>Machacadores y percutores</i> .....	88
	<i>Alisadores y pulidores</i> .....	91
	<i>Lajas e Ixtapaltetes</i> .....	99
	b) Materiales colorantes.....	103
	c) Miscelánea.....	105
	d) El instrumental lítico de Xalla.....	113
ii.	Los colores de Xalla.....	115
<b>IV.</b>	<b>LA CARACTERIZACIÓN DE LOS COLORES DE XALLA.....</b>	<b>119-224</b>
i.	El color de los metates y metlapiles de Xalla.....	120
ii.	EL color de las manos de mortero de Xalla .....	135
iii.	El color en los machacadores y percutores de Xalla.....	138
iv.	El color de los alisadores y pulidores de Xalla.....	143
v.	El color de las lajas e ixtapaltetes de Xalla.....	157
vi.	Los núcleos de color de Xalla.....	167
vii.	El color en la miscelánea de Xalla.....	184
viii.	Los colores de Xalla. Compendio de los resultados.....	207
<b>V.</b>	<b>INFERENCIAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y USO DEL COLOR EN XALLA.....</b>	<b>223-247</b>
	<b>CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>247-249</b>
	<b>REFERENCIAS CITADAS.....</b>	<b>250-275</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>276-365</b>

## INDICE DE FIGURAS

- **Figura 1.** Ubicación de Teotihuacan en el mapa del Altiplano Mexicano .....47
- **Figura 2.** Planimetría de Teotihuacan con la ubicación de Xalla entre la Pirámide del Sol y la Pirámide de la Luna .....68
- **Figura 3.** Planimetría de Xalla. ....69
- **Figura 4.** Planimetría de Xalla. En rojo ubicación de la ofrenda malacológica con restos de color amarillo .....78
- **Figura 5.** Ejemplos de tipologías de metates y metlapiles examinados y muestreados .....80
- **Figura 6.** Ejemplos de manos de mortero de tipología fungiforme. Izq. (49745), dcha. (79477) .....87
- **Figura 7.** Gran machacador paralelepípedo con restos de color rojo y amarillo en ambos extremos distales (80927) .....90
- **Figura 8.** Ejemplos de las tipologías de alisadores examinados y muestreados .....92
- **Figura 9.** Ejemplos de lajas e ixtapaltetes de Xalla .....100
- **Figura 10.** Ejemplos de núcleos de color muestreados .....104
- **Figura 11.** Fragmento de estuco con capa pictórica roja brillante (74191).....106
- **Figura 12.** Tepalcate de tiempos Tlamimilolpa (81848) con restos de polvo verde en su fondo.....110
- **Figura 13.** Tepalcate de tiempos Tlamimilolpa (81848) con restos de polvo verde en su fondo.....111
- **Figura 14.** Posible mano de mortero derivada de un metlapil tipo *dogbone* reutilizado (52521). Posee restos de color rosa en el extremo distal abultado.....112
- **Figura 15.** IL41A. 35X.....120
- **Figura 16.** IL53A. 35X.....121
- **Figura 17.** IL42A1. 35X. ....122
- **Figura 18.** Imágenes LM de amarillos en metates.....123
- **Figura 19.** Resultados SEM-EDX de IL43A.....124

- **Figura 20.** Metate (79658) sobre el que se realizó la experimentación para la extracción de fitolitos. ....125
- **Figura 21.** Fotografías tomadas del interior de los poros del metate durante la revisión de la superficie del metate.....126
- **Figura 22.** Ejemplo de fitolios de gramíneas. Células largas y buliformes en la imagen derecha y panacoideas en la imagen izquierda.....127
- **Figura 23.** Fotografías tomadas durante el proceso de revisión de las portamuestras.....127
- **Figura 24.** Imágenes LM de los rojos de metlapiles.....129
- **Figura 25.** Resultados SEM-EDX de IL64A3.....130
- **Figura 26.** Espectrograma FTIR-ATR de P16A. ....132
- **Figura 27.** Imágenes LM de los naranjas en los metlapiles de Xalla.....133
- **Figura 28.** Imágenes LM de los amarillos en metlapiles.....135
- **Figura 29.** Espectrograma FTIR-ATR de P12A.....137
- **Figura 30.** Imágenes LM de los rojos en los machacadores y percutores de Xalla.....138
- **Figura 31.** Espectrogramas de rojos.....140
- **Figura 32.** Imágenes LM de IL4A2 e IL23A.....140
- **Figura 33.** Espectrograma Raman de IL4A2.....142
- **Figura 34.** Espectrograma FTIR-ATR de IL4A2.....142
- **Figura 35.** Imágenes LM de rojos en alisadores y pulidores.....144
- **Figura 36.** Espectrogramas Raman de los rojos en alisadores y pulidores.....146
- **Figura 37.** Espectrogramas FTIR-ATR de los rojos en alisadores y pulidores.....146
- **Figura 38.** Resultados SEM-EDX de la muestra IL22A.....148
- **Figura 39.** Imágenes LM de los rosas en alisadores y pulidores.....149
- **Figura 40.** Espectrograma Raman de IL5A.....150
- **Figura 41.** Espectrograma FTIR-ATR de IL5A.....150
- **Figura 42.** Imágenes LM de los naranjas los alisadores y pulidores de Xalla.....151
- **Figura 43.** Imágenes LM de muestras de amarillo en los alisadores y pulidores.....154
- **Figura 44.** Espectrogramas FTIR-ATR de amarillos en alisadores y pulidores.....157

- **Figura 45.** Imágenes LM de los rojos en lajas e ixtapaltetes.....159
- **Figura 46.** Espectrogramas Raman de los rojos en lajas e ixtapaltetes.....162
- **Figura 47.** Espectrogramas FTIR-ATR de los rojos en lajas e ixtapaltetes.....162
- **Figura 48.** Imágenes LM de la muestra IL1A.....163
- **Figura 49.** Espectrograma Raman de IL1A.....164
- **Figura 50.** Espectrograma FTIR-ATR de IL1A.....164
- **Figura 51.** Imagen LM de IL60A.....165
- **Figura 52.** Espectrograma FTIR-ATR de IL60A.....166
- **Figura 53.** Imágenes de los núcleos de color rojo de Xalla.....168
- **Figura 54.** Espectrograma Raman de las muestras de núcleos rojos.....171
- **Figura 55.** Espectrograma FTIR-ATR de las muestras de núcleos rojos.....171
- **Figura 56.** Resultados SEM-EDX de P8A. Detalle de granos de Fe.....172
- **Figura 57.** Imágenes de la muestra de naranja P3A.....173
- **Figura 58.** Espectrograma Raman de las partículas blanco marfil de P3A.....175
- **Figura 59.** Espectrograma FTIR-ATR de P3A.....176
- **Figura 60.** Resultados SEM-EDX de P3A.....180
- **Figura 61.** Imágenes LM de las muestras de verde extraídas de núcleos de color.....181
- **Figura 62.** Espectrograma Raman de P6A.....183
- **Figura 63.** Espectroscopía FTIR-ATR de los núcleos de color verde junto a referencia de tierra verde de Oaxaca.....183
- **Figura 64.** Imágenes LM de los rojos de la miscelánea de Xalla.....186
- **Figura 65.** Espectrograma Raman de las muestras de rojo en la miscelánea de Xalla.....189
- **Figura 66.** Espectrograma FTIR-ATR de las muestras de rojo en la miscelánea de Xalla.....189
- **Figura 67.** Imágenes LM de los rosas en la miscelánea de Xalla.....190
- **Figura 68.** Espectrograma FTIR-ATR de los rosas en la miscelánea de Xalla.....192
- **Figura 69.** Imágenes LM de IL8A.....193
- **Figura 70.** Espectrograma Raman de IL8A.....194

- **Figura 71.** Imágenes LM de los amarillos en la miscelánea de Xalla.....195
- **Figura 72.** Espectrograma Raman de P1A con referencia de jarosita.....197
- **Figura 73.** Espectroscopía Raman de IL47A.....197
- **Figura 74.** Espectrogramas FTIR-ATR de las muestras P1A e IL47A.....198
- **Figura 75.** Resultados SEM-EDX de P1A.....200
- **Figura 76.** Imágenes LM de los verdes de la miscelánea de Xalla.....201
- **Figura 77.** Espectrogramas Raman de P20A3.....203
- **Figura 78.** Espectrograma FTIR-ATR de P20A3.....205
- **Figura 79.** Imagen LM de P18A.....205
- **Figura 80.** Espectrograma Raman de P18A.....207
- **Figura 81.** Espectrograma FTIR-ATR de P18A.....207
- **Figura 82.** Resultados FTIR-ATR de los rojos de Xalla.....209
- **Figura 83.** Espectrogramas FTIR-ATR de los rosas junto a referencia de calcita.....213
- **Figura 84.** Espectrogramas FTIR-ATR de los amarillos de Xalla.....215
- **Figura 85.** Resultados FTIR-ATR de los verdes de Xalla.....220
- **Figura 86.** Proceso ideal del trabajo y uso de color en Teotihuacan.....231
- **Figura 87.** Ubicación del posible espacio de almacenamiento en Xalla.....236

## ÍNDICE DE TABLAS

• <b>Tabla 1.</b> Principales componentes identificados en los colores teotihuacanos.....	19
• <b>Tabla 2.</b> Propuesta de los parámetros generales de Costin (1991) para el estudio de la especialización artesanal (Pérez Roldán, 2005, p. 8).....	28
• <b>Tabla 3.</b> Tipología multidimensional de C. Costin (1991) para la especialización artesanal.....	29
• <b>Tabla 4.</b> Protocolo de experimentación arqueométrica aplicado.....	35
• <b>Tabla 5.</b> Fases del Periodo Clásico en Teotihuacan.....	46
• <b>Tabla 6.</b> Listado de objetos del grupo de manos y metates.....	81
• <b>Tabla 7.</b> Listado de objetos del grupo de manos de mortero y morteros.....	86
• <b>Tabla 8.</b> Listado de objetos del grupo de machacadores y percutores.....	89
• <b>Tabla 9.</b> Listado de objetos del grupo de alisadores y pulidores.....	93
• <b>Tabla 10.</b> Listado de objetos del grupo de lajas e ixtapaltetes.....	101
• <b>Tabla 11.</b> Listado de objetos del grupo de los materiales colorantes.....	103
• <b>Tabla 12.</b> Listado de objetos del grupo de miscelánea.....	106
• <b>Tabla 13.</b> Listado total de muestras.....	116
• <b>Tabla 14.</b> Valores promedio de amarillos en alisadores y percutores.....	155
• <b>Tabla 15.</b> Elementos químicos y su nº de conteos presentes en los rojos de lajas e ixtapaltetes.....	160
• <b>Tabla 16.</b> Elementos químicos y su nº de conteos presentes en IL60A.....	166
• <b>Tabla 17.</b> Relación Fe/Ca en los rojos de Xalla.....	208
• <b>Tabla 18.</b> Materiales identificados en los rojos de Xalla.....	211
• <b>Tabla 19.</b> Materiales identificados en los rosas de Xalla.....	213
• <b>Tabla 20.</b> Materiales identificados en los amarillos de Xalla.....	215
• <b>Tabla 21.</b> Materiales identificados para los naranjas de Xalla.....	218

- **Tabla 22.** Tabla de los valores promedio de los naranjas de Xalla.....217
- **Tabla 23.** Materiales identificados en los verdes de Xalla.....221
- **Tabla 24.** Compuestos identificados en las muestras de color de Xalla.....230
- **Tabla 25.** Los colores de manos y metates con los componentes identificados.....232
- **Tabla 26.** Los colores las manos de morteros con los componentes identificados.....233
- **Tabla 27.** Los colores de machacadores y percutores con los componentes identificados.....233
- **Tabla 28.** Los colores de alisadores y pulidores con los componentes identificados.....234
- **Tabla 29.** Los colores sobre elementos arquitectónicos y objetos rituales con los componentes identificados.....242

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- **Gráfico 1.** Funciones de los objetos de lítica pulida asociados al trabajo del color en Xalla.....114
- **Gráfico 2.** Valores promedio de rojos. Fuente: elaboración propia.....121
- **Gráfico 3.** Valores promedio naranja (IL42A).....123
- **Gráfico 4.** Valores promedio amarillo (IL43A).....124
- **Gráfico 5.** Resultados XRF de P16A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....131
- **Gráfico 6.** Resultados XRF de P14A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....134
- **Gráfico 7.** Resultados XRF de P13A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....136
- **Gráfico 8.** Resultados XRF de P12A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....137
- **Gráfico 9.** Resultados XRF de IL4A1 e IL54A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....139
- **Gráfico 10.** Resultados XRF de IL4A2 e IL23A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....141
- **Gráfico 11.** Resultados XRF de los rojos en alisadores y pulidores. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....145
- **Gráfico 12.** Resultados XRF de IL5A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....150
- **Gráfico 13.** Resultados XRF de IL11A1 e IL11A2. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....152
- **Gráfico 14.** Resultados XRF de los amarillos en alisadores y percutores. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....155
- **Gráfico 15.** Valores promedio de la química elemental de IL1A.....164

- **Gráfico 16.** Valores promedio de la química elemental de las muestras de núcleos rojos.....170
- **Gráfico 17.** Valores promedio de la química elemental de P3A.....174
- **Gráfico 18.** Valores promedio de los resultados XRF de las muestras de verde de núcleos de color.....182
- **Gráfico 19.** Resultados XRF de los rojos en la miscelánea de Xalla. Valores promedio de tres puntos de análisis.....188
- **Gráfico 20.** Resultados XRF de las muestras de rosa en la miscelánea de Xalla. Valores promedio de tres puntos de análisis.....191
- **Gráfico 21.** Resultados XRF de la muestra IL8A. Valores promedio de tres puntos de análisis.....194
- **Gráfico 22.** Resultados XRF de IL47A y P1A. Valores promedio de tres puntos de análisis.....196
- **Gráfico 23.** Resultados XRF de la muestra P20A3. Valores promedio de tres puntos de análisis.....203
- **Gráfico 24.** Resultados XRF de P18A. Valores promedio de los tres puntos de análisis.....206
- **Gráfico 25.** Relación elemento químico / muestra de los rojos de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra.....208
- **Gráfico 26.** Relación muestra/elemento químico de los rosas de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra.....212
- **Gráfico 27.** Relación muestra/elemento químico de los amarillos de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra.....214
- **Gráfico 28.** Relación muestra/elemento químico de los naranjas de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra.....217
- **Gráfico 29.** Relación muestra/elemento químico de los verdes de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra.....219

## Introducción

El trabajo de investigación presentado para obtener el grado de Maestro en Estudios Mesoamericanos, pone el foco de atención sobre dos puntos centrales: el color y la actividad productiva implicada en su manufactura. Ello exige acercarse a las materias primas que se utilizaron para elaborar cada color, a su procedencia local o foránea, y también, entre otros aspectos, a la cadena operativa que hubo detrás de la transformación y del uso de cada mineral y/o sustancia orgánica en el color que acabó siendo finalmente. Esta investigación focaliza su interés, por tanto, en aspectos que permiten ahondar en aspectos socio-políticos, económicos y culturales del color a partir de los hallazgos que se han realizado a este respecto en Xalla, un conjunto arquitectónico teotihuacano de tipo palaciego.

La tesis de maestría que se presenta a continuación se enmarca en la línea de investigación interdisciplinar y colaborativa desarrollada entre el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Valencia. Es a partir del año 2010 cuando se inicia esta colaboración científica transatlántica de mano de la Dra. Linda R. Manzanilla Naim, investigadora titular de la UNAM y directora del proyecto *Teotihuacan: elite y gobierno* y la Dra. M<sup>a</sup> Luisa Vázquez de Ágredos Pascual, investigadora del citado departamento y titular del Laboratorio de Análisis y Diagnóstico de Obra de Arte (LANDIARH) de la Universidad de Valencia.

Los trabajos de investigación desarrollados entre las instituciones citadas en el párrafo anterior, se centraron en el análisis físico-químico y socio-cultural del color en el centro de barrio multiétnico de Teopancazco (Teotihuacan), tanto en hallazgos de color en soporte arquitectónico (pintura mural), como en ofrendas funerarias que fueron depositadas en el interior de cerámicas miniatura o en el piso de enterramientos, así como en discos de color en bruto.

Desde el punto de vista teórico-metodológico, las tres piedras angulares del presente trabajo son la arqueología, la historia del arte y el análisis físico-químico de muestras de color. La tríada teórico-metodológica empleada se desarrolla con el objetivo de que la historia del

color en Xalla nos conduzca a aspectos vinculantes a la vida cotidiana de sus habitantes, tanto desde un enfoque socio-político, como económico y cultural, siempre que fuera posible.

Por último, la inexistencia de tratados técnicos que nos permitan conocer qué materias colorantes, recetas y usos hicieron culturas como la teotihuacana, obliga a utilizar la vía metodológica del análisis físico-químico con el propósito de indagar en los aspectos descritos anteriormente. Es a través de la arqueometría que podemos saber, por ejemplo, si un rojo en concreto es óxido de hierro/hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), cinabrio ( $\text{HgS}$ ) o el colorante rojo generado por el ácido carmínico obtenido de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*). La caracterización de la última implica un color orgánico, y a diferencia de los tres anteriores, tiene implicaciones en términos de tecnología del color, de mercado y de significados culturales; y a todo ello llegamos desde el estudio físico-químico del color como punto de partida, cuyos resultados serán interpretados correctamente con ayuda de los datos recabados en contexto arqueológico y a través de las fuentes visuales.

Con todo, se siguen las pautas metodológicas de estudios precedentes en este campo de investigación, como los antecedentes que a este respecto representa el proyecto *Arqueometría del cosmético y el perfume en la antigua Mesoamérica*, dirigido por la Dra. Ma. Luisa Vázquez de Ágredos Pascual en el Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Valencia desde el año 2011. A las pautas metodológicas marcadas por el proyecto anteriormente citado, esta investigación emplea el enfoque de la Arqueología de la Producción, cuyo principal objetivo es conocer aspectos como los procesos de organización artesanal, la tecnología de manufactura o los objetos que fueron empleados durante el proceso de producción, entre otros. La combinación de líneas e instrumentos teórico-metodológicos procedentes de la arqueometría, de la historia del arte y de la arqueología de la producción, según se ha explicado, se ha hecho con materiales arqueológicos de diversa tipología y funcionalidad.

El grueso del material analizado corresponde a objetos de lítica pulida con restos de color, tales como manos de moler y metates, alisadores o pulidores, entre otros. Sin embargo, también se han examinado y analizado materias colorantes en bruto de tonalidades rojas, naranjas, rosas y verdes. Todos los materiales provienen de las sucesivas

campañas de excavación dirigidas por la Dra. Linda R. Manzanilla Naim en el marco del proyecto *Teotihuacan. Elite y gobierno. Excavaciones en Xalla* (2000-2016). Con todo, la presente investigación supone una aportación más a la compleja tarea de aprehender las actividades artesanales que se dieron en un complejo arquitectónico de tipo palaciego y aportar nuevos datos sobre el proceso de producción de color en Teotihuacan.

El presente texto se estructura en cinco capítulos; en el primero se desarrolla una aproximación al objeto de estudio de esta investigación, al color como material de estudio arqueológico, donde se exponen planteamientos previos necesarios para contextualizar el problema de investigación, se proponen las hipótesis de partida, se definen los objetivos de la investigación y donde se expone el marco teórico-metodológico que enmarca la investigación. El segundo capítulo se centra en el contexto arqueológico de los materiales, primero contextualizando a Teotihuacan en su tiempo a partir de una aproximación a ámbitos de interés para la investigación, como el sistema artesanal de la urbe o la estructura sociopolítica, y segundo realizando una descripción formal de Xalla.

El tercer capítulo es el dedicado a la descripción de los materiales arqueológicos que han sido trabajados durante el proceso de investigación de la tesis. En éste se tratan aspectos como el contexto arqueológico de los distintos artefactos revisados, su descripción morfo-tipológica, así como la descripción de las muestras de color obtenidas de cada uno de ellos.

El cuarto capítulo es aquel en el que se vuelcan los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos realizados sobre las muestras de materias colorantes de Xalla.

El quinto y último capítulo es el dedicado a la interpretación de los resultados arqueométricos a partir del marco teórico propuesto para ello y que se detalla en el capítulo siguiente. La tesis cierra con las conclusiones de la misma, donde se cerrarán las cuestiones y planteamientos de la investigación, presentando las nuevas cuestiones que han derivado de la presente investigación y que deberán ser abordados en futuras investigaciones.

## CAPÍTULO I. EL COLOR COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA

Color y arqueología ¿Cómo pueden confluir ambos términos? El estudio del color a partir de la arqueología viene dado por la investigación de la cultura material de una sociedad concreta en la que éste está presente. Este estudio se centra en los pigmentos, definidos como materiales inorgánicos e insolubles mezclados con aglutinantes, de origen animal o vegetal, con la finalidad de formar una pasta más o menos densa con propiedades colorantes cubrientes.

### I. Contextualización del problema de investigación. Color, materiales y producción artesanal

Este punto tiene como objetivo principal exponer planteamientos en torno al problema de investigación enfrentado, la producción del color en Teotihuacan, siendo Xalla su contexto de mira nuclear. Para ello, se considera al color como un material derivado de un proceso de producción artesanal que está inserto en el sistema económico y social de Teotihuacan. El desarrollo del punto irá desde lo general hasta lo específico, esto es, desde Mesoamérica al Centro de México, llegando finalmente a Teotihuacan.

#### *a) El cromatismo en Mesoamérica*

Las ciudades del Clásico mesoamericano eran espectáculos de color. Tal como señala Elodie Dupey (Dupey García, 2004, p. 24), los pueblos del México prehispánico vivían en un mundo de colores, donde palacios y templos estaban ricamente decorados con superficies coloreadas, complejas pinturas murales, relieves y esculturas policromadas. Resultan innumerables los restos de pintura mural y decoración cromática en basamentos coronados por templos por toda Mesoamérica desde el Preclásico hasta el Posclásico. Sirvan para ilustrar lo anterior, las ciudades del sur de las Tierras Bajas Mayas con sus estructuras arquitectónicas totalmente rojas, o la policromía presente en las estructuras arquitectónicas

de las Tierras Altas Mayas; en el Centro de México con Cholula y sus extraordinarios murales en las estructuras antiguas del *Tlachihualtépetl*, y por supuesto Teotihuacan, la llamada “ciudad roja” con su rica pintura mural, incensarios policromados o cerámicas estucadas polícromas (Boone, 1985, pp. 175-177). Desde el Preclásico olmeca, con los ejemplos de pintura parietal en las cuevas de Juxtlahuaca y Oxtotitlán (Guerrero), hasta el Postclásico mexica, como muestran las pocas estructuras visibles de México-Tenochtitlan, la arquitectura de la antigua Mesoamérica en general, y del México Antiguo en particular, se concibe como una arquitectura pintada.

La utilización del color se relaciona estrechamente con las ideas que elaboran los grupos humanos acerca del mundo en el que viven. Desde la cosmovisión, el cuestionamiento sobre el color en las culturas prehispánicas abarca un aspecto específico de percepción y de reproducción de los colores (Dupey García, 2004, p. 22). A esto último, se propone añadir que el color en las sociedades mesoamericanas abarca un aspecto específico de la producción, dado que la manufactura de los materiales generadores del cromatismo podría ser considerada como una producción de materiales de interés para las élites teotihuacanas como medio de transmisión de una ideología religiosa y política.

La pintura mural y las estructuras cromáticas presentes en los diseños pictóricos, plasmados en monumentos públicos y conjuntos domésticos de clase alta y conjuntos administrativos, eran utilizadas por las sociedades antiguas como un medio privilegiado de comunicación. Los grupos humanos accedían así a temas religiosos que asimilaban y entendían, pues las estructuras cromáticas reflejan la estructura de la existencia y de la cosmovisión que posee un grupo cultural. La imagen se convierte en un medio de adoctrinamiento visual cuando ésta es aplicada en monumentos públicos, teniendo en los espacios privados otro tipo de función (Wright, 2010, p. 300).

Así pues, resulta coherente afirmar que los colores poseen una función o varias funciones específicas dentro de un contexto cultural concreto. Los colores, en el contexto formal y estilístico propio de cada cultura, aislados o en complejas estructuras cromáticas, conforman, junto con el contexto en el que son aplicados, una red informativa compleja de

índole cultural y simbólico. En este sentido Jorge Angulo (Angulo Villaseñor, 1996, p. 68) señala que

(...) toda expresión artística encierra un mensaje dirigido a una comunidad o una élite, la pintura contiene significados específicos codificados en símbolos que pueden ser leídos o comprendidos por sus contemporáneos, como si se tratara de un sistema de escritura plasmado en una expresión pictórica que utiliza un lenguaje gráfico compuesto de símbolos y signos (...)

Estos “paquetes de datos” conformados por el color, la forma, el estilo y el contexto de aplicación, transmiten información que puede ser captada y aprehendida por los grupos humanos contemporáneos. El color llevaba consigo ciertos significados genéricos y específicos que eran parte del programa iconográfico (Boone, 1985, p. 182). Estos “paquetes de información” pueden tener finalidades diversas y complementarias: (a) pueden ser de índole propagandística como los ejemplos del área maya donde se prima la imagen del gobernante tanto en la pintura mural como la decoración en cerámica, (b) pueden tener un carácter socio-político como el caso de las pinturas murales en contextos funerarios zapotecas del periodo Clásico o las de Bonampak; o (c) pueden tener una marcada temática religiosa/conceptual como ocurre en las pinturas teotihuacanas.

A la vez, los colores adquieren ciertas asociaciones por las propiedades de los materiales con los que se manufacturan. Por ejemplo, el alto valor de algunos pigmentos, aglutinantes y colorantes ha sido interpretado como símbolo de riqueza y estatus social (Vázquez de Ágredos Pascual, 2009b). Las asociaciones de riqueza, rango y estatus son reforzadas a partir del uso del color. Los cambios de “modas” y de los medios sociales y económicos en los que un objeto es producido pueden revelar cambios en la apariencia externa del mismo (Caple, 2006).

Con todo, tal como afirma Dupey (Dupey García, 2004, p. 23), en todas las sociedades, la percepción de los colores es un fenómeno natural pero sometido también a influencias culturales. El ser humano integra los colores a su visión del mundo y su reproducción del cromatismo, tanto en el discurso oral como visual, se contextualiza culturalmente.

b) *Los usos del color en el contexto cultural teotihuacano*

Siguiendo la pauta de los grupos mesoamericanos, Teotihuacan debió de haber sido una explosión de color, con un predominio notable de las tonalidades rojas aplicadas como fondo pictórico en los murales. Los colores van desde el característico rojo teotihuacano de matiz guinda y tono oscuro, al anaranjado o rosado, pasando por los ocres de tonalidad amarilla, verdes turquesa, azules de diversas tonalidades y llegando a los blancos y negros. Estos colores eran aplicados en cualquier superficie arquitectónica, en las diversas tipologías cerámicas, en las variadas expresiones escultóricas y en las artes suntuarias elaboradas de materiales tan variados como la concha o el hueso.

En Teotihuacan la pintura mural se encuentra asociada al contexto arquitectónico, pudiéndose comprimir en dos grupos principales: la pintura mural exterior aplicada en los taludes y tableros de los basamentos piramidales principales, y la pintura mural interior, aplicada en los muros del interior de los conjuntos administrativos y domésticos de la élite teotihuacana (Miller 1973:36).

Tal como señalan Doménech Carbó *et al.* (M. T. Doménech Carbó et al., 2012) en su investigación sobre los cosméticos exhumados en el enterramiento 105-108 del centro de barrio de Teopanazco en el sector SE del centro ceremonial de Teotihuacan,

(...) el empleo de ciertos colores en el arte teotihuacano también está determinado por ese código cifrado a través del cual las imágenes pretenden transmitir mensajes relacionados con su complejo pensamiento religioso, o lo que es lo mismo, con el modo simbólico con el que esta sociedad comprendió el mundo que la rodeaba.

Junto a lo anterior, el uso del color en las prácticas funerarias teotihuacanas fue muy extenso. Sirva de ejemplo la gran cantidad de cinabrio esparcido sobre los enterramientos múltiples que fueron documentados en la Pirámide de la Serpiente Emplumada (Cabrera Castro, Sugiyama, & Cowgill, 1991), en los entierros con pigmentos rojos de cinabrio estudiados en su tesis doctoral por Julie Gazzola (Gazzola, 2000) en La Ventilla, o en los entierros que fueron excavados en Teopanazco por Linda R. Manzanilla Naim (Vázquez de Ágredos, Manzanilla, & Vidal Lorenzo, 2012).

Por su parte, figurillas y pintura mural documentan el uso de la pintura corporal en Teotihuacan, que debió convertirse en una expresión cromática más junto a las mencionadas de la arquitectura (pintura mural) y las artes plásticas (i.e. escultura pintada, cerámica pintada, caracoles pintados). A ese estallido de color contribuirían, por su parte, los colores de la indumentaria, los tocados, y otros atributos que, confeccionados con textiles y materias primas de gran riqueza, formarían parte del crisol cromático teotihuacano.

Sin embargo, es en su contexto arquitectónico donde el color adquiere en Teotihuacan toda su expresión y dimensión. Las estructuras arquitectónicas fueron levantadas para exponer los murales y éstos dotan de significado propio a la arquitectura, siendo la pintura mural un diseño arquitectónico en sí mismo (Miller, 1973, p. 37). Los vestigios de pintura mural teotihuacana son más abundantes y ricos en los conjuntos interiores, mientras que en los taludes, tableros y cornisas exteriores de los basamentos piramidales con templos hay un predominio de los rojos planos y figuras y estilos geométricos, al menos en las dos primeras fases estilísticas. La primera de ellas comprende las dos primeras fases Teotihuacanas de nuestra era: Tzacualli y Miccaotli (1-200 d.C.), mientras que la segunda fase estilística se sitúa entre las fases Miccaotli y Tlamimilolpa (200-250 d.C.). Sonia Lombardo (Lombardo de Ruiz, 1996, p. 16) sigue la concepción de Arthur Miller (1973), argumentando que cada una de las pinturas murales teotihuacanas es una unidad autónoma, pero al estar en un mismo espacio arquitectónico tienden a estructurar un discurso único.

De esta forma, la arquitectura, la pintura y la escultura están integradas y sirven a un fin extrartístico y polifuncional: al mismo tiempo que se levanta un muro y se le adosa una escultura, ésta se pinta, cumpliéndose así una función política, propiciando una acción divina a través del ritual y formando un entramado de relaciones económicas (Espinosa, 2010, p. 10).

Alfredo López Austin *et al.* (López Austin, Romero Galván, Martínez Marín, & Doniz, 1989, p. 65) cita al respecto de la pintura mural teotihuacana, que

(...) es producto de una aristocracia disciplinada y rígida, de una inteligencia gobernante y sacerdotal (según M. Covarrubias), que produjo una iconografía no «destinada para la

meditación especulativa» (Westheim), la cual, no obstante, se expresó por medio de «un lenguaje conciso, inmediato, más lapidario» (Westheim), creó un arte «intensamente religioso» (Covarrubias), pero al mismo tiempo «alegre y lleno de gracia» (Westheim).

Se ha dicho que la pintura mural teotihuacana es poseedora de un discurso o lógica pictórica adaptada al espacio arquitectónico en el que se emplazaba. De lo anterior puede derivar un pensamiento lógico: que el color también seguiría entonces una organización similar, generando estructuras cromáticas que en conjunto y en el marco pictórico general tuvieran una significación concreta. Las figuras, constituidas por campos de color, y con características de continuidad y de cohesión, se perciben como estructuras que pueden ser definidas como imágenes para cuya conformación intervienen línea, superficie, volumen de textura y el color (Lombardo de Ruiz, 1996, p. 6).

En este sentido Magaloni (Magaloni Kerpel, 2003, p. 168) establece que

(...) los colores forman parte del código plástico y simbólico de la representación. No son agregados secundarios (decorativos) cuyo único propósito es el de embellecer o colorear los conceptos expresados mediante el dibujo. Por el contrario, cumplen una función expresiva y comunicativa particular, cuyo contenido nos remite a categorías culturales más generales que es preciso investigar.

Señala Alfredo López Austin que nada en la pintura mural teotihuacana es gratuito pues todo tiene significado y simbolismo. Con todos los componentes que las conforman, los creadores de las pinturas lograron un propósito primordial al combinar y componer asociaciones, un lenguaje de imágenes constantes que integraron un código estricto, con las que integraron una iconografía propia y particular (López Austin et al., 1989, p. 63).

### *c) Cuestiones sobre el color como sistema de producción especializado en Teotihuacan*

Tal como se ha venido argumentando en los apartados anteriores, el uso del color en Teotihuacan respondió a necesidades de carácter religioso e ideológico. El color fungió en esta gran urbe mesoamericana de vehículo transmisor de un mensaje religioso y cosmológico. Tal y como apunta Sonia Lombardo (Lombardo de Ruiz, 1996, p. 62) en su estudio sobre el estilo pictórico teotihuacano, las imágenes representadas se refieren a

aspectos de la vida de quien las pintó. Ubicadas en edificios suntuarios, sus promotores fueron dignatarios y registran los asuntos que a ellos les concernía. Se trata entonces de una pintura oficial que interesa al Estado y es manejada por el sector que tiene a su cargo la conducción ideológico-religiosa de la comunidad. En otras palabras, sus principales promotores y consumidores fueron las élites medias y gobernantes de la ciudad.

El estudio realizado por Diana Magaloni entre la década de los 90 del siglo XX y los primeros años del siglo XXI (Magaloni Kerpel, 1995, 1996a, 1996b, 1998, 2003) dejó patente la complejidad técnica de la pintura mural teotihuacana. A través de un desarrollo de seis siglos, los productores y los pintores teotihuacanos realizaron un proceso de búsqueda, de dominio y de perfeccionamiento de su arte que supuso una progresiva adaptación de la técnica pictórica a las necesidades intelectuales de la tradición artística. Por lo tanto, la elección de los materiales, (i.e. pigmentos, polvos inertes, sustancias aglutinantes, cementantes y cargas), así como su procesamiento, estarán determinados por una metodología preconcebida y estudiada, que ha traducido las exigencias conceptuales y formales en soluciones plásticas y técnicas concretas (Magaloni Kerpel, 1996a, p. 188).

Así pues, los materiales colorantes a base de materias primas de origen mineral fueron resultado de procesos productivos complejos con base en un conocimiento adquirido a partir de siglos de experimentación, al igual que ocurrió con los de origen orgánico (colorantes o tintes). Los conocimientos que debieron tener los artesanos productores de estos materiales para procesarlos y obtener materias colorantes de propiedades concretas y acordes con la superficie a revestir y gusto estético-cultural exigido, no sólo materializa esa complejidad técnica, sino que también permite cuestionarnos acerca del tipo de producción y organización que debió existir detrás de la manufactura de las materias colorantes en Teotihuacan.

Plantear cuestiones sobre la producción de los materiales colorantes en Teotihuacan, obliga a cuestionarse sobre la habilidad y sobre la capacidad técnica desarrollada por los artesanos teotihuacanos. Dentro de los diferentes procesos de producción, el conocimiento de las características de los recursos naturales, escogiendo los más idóneas o aquellos con

propiedades concretas, es fundamental en el contexto de la actividad productiva (Mannoni y Giannichedda 2007:25).

Resulta de especial interés citar a Bernardino de Sahagún (Sahagún, 2013, p. 537) en la descripción que hace del pintor mexicana en el Libro X de la *Historia General de las Cosas de Nueva España*, del oficio del pintor:

El buen pintor, en su oficio, sabe usar colores, y dibujar o señalar las imágenes con carbón, y hacer muy buena mezcla de colores, y sábelos moler muy bien y mezclar (...)

Es interesante hacer notar que Sahagún cita como misma persona a quien pinta y quien produce. El pintor mexicana es un productor, es un especialista con conocimientos que abarcan la técnica pictórica y la técnica productiva. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la cita de Sahagún responde a una pequeña parte del proceso productivo, ya que nada comentan Sahagún u otros cronistas acerca de procesos productivos del color que se relacionan con exposiciones térmicas o con las complejas mezclas que se han identificado en pigmentos corporales teotihuacanos (i.e. Vázquez de Ágredos & Manzanilla, 2016; Vázquez de Ágredos et al., 2012).

Derivado de todo lo anterior, parece coherente plantear la cuestión de que la producción de materias colorantes en Teotihuacan pudiera haber estado bajo algún tipo de control, administración y/o condicionamiento por parte de las élites rectoras de la urbe, en especial en aquellos casos en los que éstas eran de difícil obtención (procedían de canteras ubicadas en otras regiones) y tenían una tecnología de producción compleja como colorantes transformados a pigmentos-laca, o pigmentos de arsénico (oropimente), plomo (galena), cobre (malaquita), cuya elaboración representaba un mayor desafío que, por ejemplo, la de los colores minerales a base de hierro. ¿Quiénes eran los productores de color en Teotihuacan? ¿Son pintor y productor de color la misma persona en Teotihuacan? ¿Qué rol jugaban dentro del sistema económico teotihuacano? ¿Qué papel podrían haber tenido las elites teotihuacanas respecto a los artesanos del color? ¿Era la producción del color una manufactura especializada? ¿Qué grado de especialización tenía esta producción?

Estas cuestiones no son de fácil respuesta ya que el registro arqueológico es sutil en cuanto a los indicadores de especialización artesanal, organización o habilidad técnica. Sin

embargo, los pocos restos documentados hasta el momento en Teotihuacan correspondientes a áreas de producción de materias colorantes pueden ayudar a responder algunas de las cuestiones anteriores a partir de su análisis mediante metodologías y perspectivas teóricas derivadas de la Arqueología de la Producción. Junto a esto, la caracterización de las citadas materias colorantes a través del protocolo arqueométrico planteado, permitirá observar los diferentes componentes de los materiales colorantes de Xalla, pudiendo evaluar las características concretas en cuanto a composición e inferir las posibles fases productivas y la complejidad técnica del trabajo del color en Xalla.

## **II. Antecedentes de estudio**

La tríada formada por Arqueología de la Producción, Arqueometría y color corresponde a una combinación teórico-metodológica con base en la interdisciplinariedad y cuyos ejemplos en el área mesoamericana no son muy amplios. En lo que respecta a la arqueometría en las últimas dos décadas el desarrollo y la optimización de esta disciplina viene ligado a su aplicación en una amplia variedad de campos como la Historia del Arte, la Restauración y Conservación de objetos y bienes patrimoniales y por supuesto, la Arqueología.

El desarrollo de la arqueometría en el campo arqueológico tiene múltiples aplicaciones; permite, por ejemplo, orientar de forma más eficiente las excavaciones a partir de las prospecciones con técnicas derivadas de la Geofísica -recientemente el equipo del Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM ha reportado la pervivencia de estructuras con restos de pintura mural en el barrio de Techinantitla (Blancas, Muñoz, Rodríguez, Hernández, & Barba, 2016), desvelar actividades llevadas a cabo en áreas concretas a partir de los análisis de los residuos químicos, indagar en los procesos de producción de objetos y en las tecnologías implícitas en ellos, obtener información exacta sobre uso de recursos o caracterizar la composición de materiales y su posible procedencia.

La arqueometría en México se ha convertido en las últimas décadas en una de las principales disciplinas auxiliares de la arqueología, donde a partir de investigaciones de

carácter interdisciplinario se han desarrollado estudios en el ámbito de la malacología<sup>1</sup> como los elaborados por Adrián Velázquez Castro (i.e. 2007, 2011, 2012) con materiales malacológicos de contextos arqueológicos como el Templo Mayor de Tenochtitlan o Teotihuacan.

La arqueometría se ha aplicado ampliamente en investigaciones sobre estucos y la cal<sup>2</sup>, donde los estudios desarrollados por Luis Barba Pingarrón junto a otros investigadores como Isabel Villaseñor (i.e. Barba et al., 2009; Barba Pingarrón, 2005; Barba Pingarrón & Córdoba Frunz, 2010; Barba Pingarrón, Ortiz Butrón, & Pecci, 2014; Barca et al., 2013) son un referente en este sentido para el área mesoamericana o en el campo de la metalurgia<sup>3</sup> y de la lapidaria<sup>4</sup>, donde las investigaciones de carácter arqueométrico permiten obtener

---

<sup>1</sup> Pueden citarse, además: Emiliano Melgar Tisoc, Reyna Solís Ciriaco, Ernesto González Licón (2010) *Producción de bienes de prestigio ornamentales y votivos de la América antigua*. Syllaba Press, Serie Arqueología Mesoamericana. México; Alicia Reyes Espinosa (2013) La producción especializada de concha de Kohunlich, Quintana Roo. En *Técnicas analíticas aplicadas a la caracterización y producción de materiales arqueológicos en el área maya*. 67-95, UNAM, México.

<sup>2</sup> Pueden citarse, entre otros: Alessandra Pecci, Domenico Miriello, Donatella Barca, Gino M. Crisci, Raffaella De Luca, Agustín Ortiz, Linda R. Manzanilla, Jorge Blancas, Luis Barba (2016) Identifying a technological style in the making of lime plasters at Teopancazco (Teotihuacan, México). *Journal of Archaeological and Anthropological Science* doi:10.1007/s12520-016-0352-x.; Isabel Villaseñor Alonso, y Luis Barba Pingarrón. (2012). Los orígenes tecnológicos de la cal. *Cuicuilco* nº 55, 11-41; Soledad Ortiz Ruiz, Avto Goguitchaichvili y Juan Morales (2015) Sobre la edad de los hornos de cal en el área maya. *Arqueología Iberoamericana*, 28, 9-15; Murakami, T. (2015). Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the timing and duration of monumental contraction. *Journal of Field Archaeology* 40: 262–283

<sup>3</sup> Pueden citarse, entre otros: Leonardo López Luján, José Luis Ruvalcaba Sil (2015) El oro de Tenochtitlan: la colección arqueológica del Proyecto Templo Mayor. En *Estudios de Cultura Náhuatl*, 49, 7-57; B. Crockrell, José Luis Ruvalcaba Sil, Edith María Ortiz Díaz (2014) For whom the bells fall: metals from the cenote sagrado, Chichén Itzá. En *Archaeometry*, 57, 977–995; Alessandro Zucchiatti, Aurelio Climent Font, Patricia Carolina Gutiérrez Neira, Alicia Perea, Patricia Fernández Esquivel, Salvador Rovira Llorens, José Luis Ruvalcaba Sil, Ana Verde (2014) Prehispanic goldwork technology study by PIXE analysis. En *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 332, 160-164; Gabriela Peñuelas Guerrero, Ingrid Jiménez Cosme, Pilar Tapia López, José Luis Ruvalcaba Sil, Jesús Arenas, Aurore Lemoine, Jannen Contreras Vargas, Patricia Ruiz Portilla y Sonia Rivero Torres (2012) Technical Study of a set of Metallic Artifacts from the Maya Site of Lagartero, Chiapas, Mexico. En *MRS Proceedings*, 1374, 125-135

<sup>4</sup> Pueden citarse, entre otros: Melgar Tisoc, E. (2012). La lapidaria de Teopancazco: Composición y manufactura. En Manzanilla, L. R., *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*. pp. 241-262. UNAM. México D.F; Alma A. Delgado Robles, Jose Luis Ruvalcaba Sil, Pieterjan Claes, Mayra D. Manrique Ortega, Edgar Casanova González, Miguel Angel Maynez Rojas, Martha Cuevas García y Sabrina García Castillo (2015) Non-destructive in situ spectroscopic analysis of greenstone objects from royal burial offerings of the Mayan Site of Palenque Mexico. En *Heritage Science*, 3:20; Jose Luis Ruvalcaba Sil, Emiliano Melgar Tisoc, Jessica Curado, Kilian Laclavetine y Thomas Calligaro (2013) Caracterización de piedras verdes de las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan. En *Técnicas analíticas aplicadas a la caracterización y producción de materiales arqueológicos en el área maya*. 163-179, UNAM, México. Jose Luis Ruvalcaba Sil, Linda Manzanilla, Emiliano Melgar y Rodrigo Lozano Santa Cruz (2008) PIXE and ionoluminescence for Mesoamerican jadeite characterization. En *X-Ray Spectrometry*, 37, 96-100.

información sobre las materias primas empleadas por los especialistas mesoamericanos, las rutas de intercambio y los contactos entre las diversas regiones o la tecnología desarrollada en los trabajos de manufactura por citar algunos ejemplos.

En el ámbito de las materias colorantes se han realizado investigaciones de orden arqueométrico en el área del color aplicado en los tratamientos mortuorios (i.e. Vázquez de Ágredos Pascual, 2009; Vázquez de Ágredos *et al.* 2012; Doménech *et al.* 2012; Vázquez de Ágredos y Manzanilla 2016), los colores utilizados por los *tlacuilos* posclásicos en los códices<sup>5</sup> y en la pintura mural<sup>6</sup>.

En el campo de la pintura mural destaca el Proyecto *La Pintura Mural Prehispánica en México*, desarrollado en los años 90 del siglo XX, el cual fue liderado desde el Instituto de Investigaciones Estéticas de la Universidad Nacional Autónoma de México por la Dra. Beatriz de la Fuente. Su desarrollo ha brindado un corpus de información de referencia obligada en investigaciones relativas a la pintura mural y los materiales colorantes mesoamericanos de mano de las investigaciones de Diana Magaloni Kerpel (1994, 1996a, 1998, 2005, 2008, 2013).

---

<sup>5</sup> Pueden citarse, entre otros: José Luis Ruvalcaba, Sandra Zetina, Helena Calvo del Castillo, Elsa Arroyo, Eumelia Hernández, Marie Van der Meeren, and Laura Sotelo (2007) The Grolier Codex: A Non Destructive Study of a Possible Maya Document Using Imaging and Ion Beam Techniques. En *Material Research Society Symposium Proceedings* 1047; Costanza Miliani, Davide Domenici, Catia Clementi, Federica Presciutti, Francesca Rosi, David Buti, Aldo Romani, Laura Laurencich Minelli, and Antonio Sgamellotti (2012) Colouring Materials of Pre-Columbian Codices: Non-invasive In Situ Spectroscopic Analysis of the Codex Cospì. En *Journal of Archaeological Science* 39:672–679; Richard Newman, and Michele Derrick (2012) Analytical Report of the Pigments and Binding Materials Used on the Beinecke Map. En Mary E. Miller, and Barbara E. Mundy (eds.) *Painting a Map of Sixteenth-Century Mexico City*, Ed. (pp. 91–100). Yale University Press, New Haven and London; Davide Domenici, David Buti, Costanza Miliani, Bruno Brunetti, and Antonio Sgamellotti (2014) The Colours of Indigenous Memory: Non-invasive Analyses of Pre-Hispanic Mesoamerican Codices. En A. Sgamellotti, B. Brunetti, and C. Miliani (eds.) *Science and Art: The Painting Surface*, (pp. 94–119). Royal Society of Chemistry, London

<sup>6</sup> Pueden citarse, entre otros: José Luis Ruvalcaba, Daniel Ramírez, Valentina Aguilar, and Flora Picazo (2010) SANDRA: A Portable XRF System for the Study of Mexican Cultural Heritage. En *X-Ray Spectrometry* 39(5):338–345; Antonio Sánchez del Río, Manuel, María Teresa Doménech Carbó, María Luisa Vázquez de Ágredos Pascual, Mercedes Suárez, y Emilia García Romero (2011) The Maya Blue Pigment. En E. Galán, and A. Singer (eds.) *Developments in Palygorskite-Sepiolite Research*, (pp. 453–483). Elsevier, Oxford; M<sup>o</sup>. del Rosario Domínguez Carrasco, William J. Folan, Pascale Villegas, Manuel Espinosa Pesqueira (2012) Análisis de pigmentos prehispánicos mayas por medio de técnicas analíticas. En S. Ladrón de Guevara, L. Budar, R. Luna Gómez (coords.) *Haciendo arqueología. Teoría, métodos y técnicas*, (pp. 113-130). México: Universidad Veracruzana

Resultan esenciales como estudios previos, los trabajos de M<sup>a</sup> Luisa Vázquez de Ágredos y colaboradores, tanto para el contexto arqueológico de área maya (i.e. (Doménech-Carbó et al., 2014; Doménech, Doménech-Carbó, & de Ágredos Pascual, 2007; A. Doménech Carbó, Doménech Carbó, & Vázquez de Ágredos Pascual, 2009; Vázquez de Ágredos, Vidal Lorenzo, & Muñoz Cosme, 2013; Vázquez de Ágredos Pascual, 2003, 2010), como los trabajos de la citada investigadora en Teopancazco y Xalla, Teotihuacan, que se trataran en mayor profundidad en los párrafos siguientes.

Se hace preciso, al hablar de arqueometría, arqueología y Teotihuacan, traer a colación la investigación de carácter interdisciplinar llevada a cabo a través del *Proyecto Teotihuacan. Élite y gobierno*, dirigido por la Dra. Linda R. Manzanilla Naim. Fruto de tener la interdisciplina como marco rector, de este proyecto han surgido, y surgen, numerosas investigaciones que manifiestan la importancia de la arqueometría en el estudio de materiales y contextos arqueológicos, siendo cada uno de los capítulos que integran el volumen *Estudios Arqueométricos del Centro de Barrio de Teopancazco* (2012; ed. Linda R. Manzanilla Naim) ejemplo exponencial de ello.

Una vez realizada una sucinta introducción a la aplicación de la arqueometría en el campo de la arqueología mesoamericana y en especial a los estudios relativos a la pintura mural y el color, es momento de centrar la atención en investigaciones realizadas sobre el color en el contexto teotihuacano y que son antecedentes del presente trabajo de investigación. Se ha focalizado la atención en aquellas llevadas a cabo a partir de la aplicación de metodologías de caracterización arqueométrica.

El interés por las materias colorantes en Teotihuacan se inició en los años 20 del pasado siglo con los trabajos de Manuel Gamio (Gamio, 1922). Décadas después, se desarrollaron estudios en este campo al hilo del impulso que tuvieron en la segunda mitad del siglo XX los estudios sobre color en la cosmovisión mesoamericana. De acuerdo con éstos, la elección que realizaban los pueblos prehispánicos en cuanto al uso de ciertos colores en sus costumbres y ritos no fue aleatoria, respondiendo más bien a creencias concretas como la que relaciona colores con rumbos cardinales. Destacan los estudios en esta línea desarrollados por Alfonso Caso (Caso, 1942, 1981), Rice Carroll (Carroll, 1963), o Jacques

Soustelle (Soustelle, 1959) para el Centro de México, y Eric Thompson (Thompson, 1934), Linda Schele (Schele, 1985) o Mercedes de la Garza (de la Garza, 1998) entre otros para el área maya.

Dentro del interés sobre el rol del color en la cosmovisión teotihuacana, se desarrollaron investigaciones y estudios que abordaron la pintura mural teotihuacana y sus cromatismos como elementos integrantes de los conjuntos arquitectónicos y como vehículo transmisor de una ideología y de una forma de vida. En este ámbito, es posible citar investigaciones como las de Ignacio Marquina (Marquina, 1990), la de Arthur Miller (1973) sobre la pintura mural teotihuacana, las de Clara Millon (C. Millon, 1972, 1973), la de George Kubler (Kubler, 1972), la de Alfredo López Austin (López Austin et al., 1989), la de Berrin y Pasztory (Berrin & Pasztory, 1994), la de Sonia Lombardo (Lombardo de Ruiz, 1996) o la sección dedicada al cromatismo en la arquitectura teotihuacana en la publicación de Elizabeth Hill Boone (Boone, 1985) *“Painted Architecture and Polychrome Monumental Sculpture in Mesoamerica”*. Dentro del campo de la pintura teotihuacana y sus implicaciones y significados culturales cabe destacar los trabajos de Jorge Angulo (i.e. Angulo Villaseñor, 1964, 1972, 1987, 1996) llevados a cabo desde la Historia del Arte y la Iconografía.

Centrando la revisión en las investigaciones sobre las materias primas utilizadas en los colores de la pintura mural teotihuacana, los primeros estudios comienzan con las investigaciones de Manuel Gamio (Gamio, 1922) y sus colaboradores a comienzos del siglo XX, quienes abordan por primera vez los materiales y las técnicas de la pintura mural teotihuacana. Tras ellos llegan los trabajos de Agustín Villagra (i.e. Villagra Caletti, 1951, 1952, 1954, 1971) y de Pedro Armillas (Armillas, 1944, 1950), quien realiza análisis químicos y aborda ya el tema de caracterizar los materiales de aplanados y de los colores de la teotihuacana hasta llegar a Luis Torres Montes (Torres Montes, 1972), quien identificó algunos de los componentes minerales de la pintura mural teotihuacana a partir de la aplicación de la Microscopía Electrónica de Barrido. Identifica un total de nueve pigmentos con sus respectivos minerales de elaboración: hematita para los rojos, limonita y goethita para los amarillos de tono ocre, el cinabrio para naranjas y rojos, la malaquita para verdes, la

azurita para azules, un azul mineral, negro de humo y negro mineral (Torres Montes, 1972) (Tabla 1).

Los análisis bajo microscopía electrónica de barrido de Torres Montes a inicios de los años setenta marcan el precedente de la investigación llevada a cabo por Diana Magaloni Kerpel en el marco del Proyecto *La pintura mural prehispánica en México* citado en las páginas anteriores. La investigación de Magaloni es referente obligado para la realización del trabajo de investigación que aquí se presenta. El protocolo de análisis arqueométrico aplicado por Magaloni (Microscopía óptica, Difracción de Rayos X y Microscopía Electrónica de Barrido), tuvo como objetivo identificar los materiales y las técnicas de ejecución de la pintura mural teotihuacana, contando para ello con un *corpus* de muestras provenientes de los murales de Tetitla en su totalidad, a diferencia de Pedro Armillas (1950) y Torres Montes (1972) quienes abarcan un mayor número de contextos, lo que permitió disponer de restos de pintura mural de todas las etapas constructivas del conjunto. A partir de la metodología anteriormente citada, Magaloni (1996) identificó la técnica pictórica del fresco en los murales teotihuacanos, proponiendo cuatro fases técnicas a partir de combinar la información obtenida de los morteros y enlucidos que conforman el soporte pictórico, de la composición de los colores y del análisis formal de los murales (Tabla 1).

En el marco del interés por conocer en mayor profundidad el uso del color en Teotihuacan, Cristina Martínez aplica técnicas físico-químicas, Emisión de Rayos X Inducida por Partículas (PIXE), Difracción de Rayos X (XRD), Espectroscopía Raman y Espectroscopía Infrarroja (FTIR). La batería de técnicas citada con anterioridad, se aplicó a muestras de color en pintura mural y cerámica procedente del centro barrio multiétnico de Teopancazco con el objetivo de corroborar la asociación entre estilo y técnica pictórica (Martínez García, Ruvalcaba Sil, Manzanilla Naim, & Riquelme, 2012)(Martínez García, Ruvalcaba, Ontalba, & Manzanilla Naim, 2002) (Tabla 1).

De forma paralela a la anterior investigación, se realizaron estudios enfocados a las ofrendas de color halladas en enterramientos de este mismo barrio a partir de la colaboración científica entre el Proyecto *Teotihuacan: élite y gobierno*, encabezado por la Dra. Linda R. Manzanilla, y el Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Valencia

por la Dra. Ma. Luisa Vázquez de Ágredos Pascual, abriendo una nueva vía de investigación para el estudio del color en Teotihuacan.

Como resultado de la colaboración citada en el párrafo anterior, se ha ampliado el conocimiento existente en torno a las materias colorantes en relación a tres soportes: la piel (pintura corporal), la arquitectura (pintura mural) y el color en bruto (discos y bolas de color que fueron transportadas y vendidas en los mercados). El análisis de estas muestras, y en especial las posibles de pintura corporal, exigió la optimización de protocolos de análisis que han generado importantes avances en la comprensión del uso del color por los antiguos teotihuacanos y en la composición de los materiales pictóricos, caracterizando nuevos minerales dentro de la composición del crisol cromático teotihuacano como es la galena (Doménech-Carbó et al., 2012b; Vázquez de Ágredos et al., 2012)(Tabla 1).

Color	L. Torres Montes (1976)	C. Múnera (1985)	D. Magaloni Kerpel (1996, 1998)	Vázquez de Ágredos Pascual et al. (en prensa)	C. Martínez García et al. (2002, 2012)	L. S. Sánchez Morton (2013)
Rojos	Hematita, cinabrio		Óxidos de hierro, hematita	Tierras Rojas, hematita, cinabrio, goethita	Óxidos de hierro, hematita, cinabrio	Hematita, ilmenita + silicatos (albita, anortita) + arcillas (caolinita-montmorillonita, anortoclasa)
Naranjas	Cinabrio		Mezcla de óxidos de hierro	Hematita + ilmenita	Cinabrio	-
Rosas	-		<u>Rosa medio:</u> hematita + óxidos de hierro + lepidocrosita	-	Óxidos de hierro + compuestos de calcio	-

			<u>Rosa Claro:</u> hematita + cal			
<b>Amarillos</b>	Limonita y goethita		<u>Ocre:</u> lepidocrosita <u>Amarillo:</u> lepidocrosita + cal	Limonita, goethita, jarosita	Hematita, óxidos hidratados de hierro (limonita)	-
<b>Verdes</b>	Malaquita		<u>Verde Seco:</u> Malaquita + lepidocrosita <u>Verde</u> <u>Oscuro:</u> Malaquita + hematita + azurita + pirolusita <u>Verde Claro:</u> malaquita + cal	-	Carbonatos de cobre	-
<b>Azules</b>	azurita		<u>Azul Oscuro:</u> Malaquita + Azurita + sepiolita <u>Azul Marino:</u> - <u>Azul Claro:</u> -	Índigo + calcita	Sepiolita	-
<b>Negros</b>	De humo y mineral		Pirita	<u>Negro</u> <u>grisáceo:</u> galena + carbón vegetal <u>Negro:</u> óxido de manganeso	Carbón	-

**Tabla 1.** Principales componentes identificados en los colores teotihuacanos.

En cuanto a la aplicación de técnicas arqueométricas al estudio de la producción de materias colorantes, resulta curioso observar en la literatura especializada sobre producciones artesanales de los grupos mesoamericanos, la escasa presencia de estudios relativos al sistema de producción de pigmentos y colorantes en el Centro de México.

Este déficit es todavía más notable si lo comparamos con el área maya, dónde se identifican muchos más estudios al respecto, como los estudios sobre el color y en especial sobre los pigmentos y pigmentos-laca en el área maya de Ma. Luisa Vázquez de Ágredos Pascual (i.e. Vázquez de Ágredos Pascual, 2003, 2007, 2009a, 2010), los de esta misma autora en colaboración con otros investigadores (i.e. Doménech-Carbó et al., 2012a; Doménech, Doménech Carbó, & Vázquez de Ágredos Pascual, 2007; Pascual, Carbó, & Carbó, 2011; Vázquez-de-Ágredos Pascual, Doménech Carbó, & Doménech Carbó, 2008; Vázquez de Ágredos & Manzanilla, 2016; Vázquez de Ágredos et al., 2012, 2013), o el trabajo de Takeshi Inomata (Inomata, 2001, 2008) en el que plantea la relación entre la producción artesanal y las élites, por citar algunos.

Aun siendo fuera del contexto mesoamericano, resulta de interés nombrar de manera somera los trabajos llevados a cabo por Veronique Wright junto a otros colaboradores (Prieto et al., 2016; Wright, 2010; Wright et al., 2015) del Instituto Francés de Estudios Andinos de Lima, Perú. El citado grupo de investigación aborda la pintura mural en el área cultural moche y los periodos más tempranos de la costa norte de Perú, mediante la combinación de la caracterización arqueométrica de los materiales cromáticos con la investigación de los procesos productivos del color y aspectos como la organización del sistema productivo y el rol sociopolítico de los colores y la pintura mural. Estos trabajos constituyen por tanto un referente ineludible a la hora de interpretar el binomio color/instrumento con los datos empíricos generados por las técnicas arqueométricas.

Ya dentro del ámbito teotihuacano, apenas se ha abordado hasta la fecha el estudio del color en Teotihuacan desde su esfera productiva. El motivo de la ausencia de estudios de contextos de producción de pigmentos puede venir por la falta de excavaciones de carácter extensivo, por una poca atención al color desde una perspectiva socioeconómica o

por que no se han documentado todavía contextos arqueológicos de esta índole. Así pues, el presente trabajo de investigación tiene como antecedente directo las pautas metodológicas desarrolladas en el proyecto Arqueometría del cosmético y el perfume en la Antigua Mesoamérica, dirigido por la Dra. Ma. Luisa Vázquez de Ágredos Pascual en el Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Valencia desde el año 2011.

En una esfera no estrictamente técnica y de corte arqueométrico, aunque sí con inferencias a lo social desde la cuestión productiva del color, deben citarse obras como la tesis de maestría: *L'utilisation du cinabre dans la zone maya* (Gazzola, 1995), la obra de Steve Houston (Houston, 2009) considerada de referencia obligada en este ámbito, *Veiled Brightness. A History of Ancient Maya Color* (University of Texas Press, Austin), o la tesis doctoral de Heather Hurst, *Murals and the Ancient Maya Artist* entre otras (Hurst, 2016).

La tesis de licenciatura de Ligia S. Sánchez Morton (Sánchez Morton, 2013) representa un precedente directo a esta tesis de maestría. Su trabajo aborda el estudio del sitio 46C:N4E2 en Teotihuacan, muy próximo a Xalla, en el que se registró un espacio productivo de color, rojo fundamentalmente, inferido esto último mediante la documentación de utensilios líticos asociados al proceso de manufactura de materiales colorantes. Asociados a estos materiales también aparecieron núcleos de pigmentos de óxido de hierro y cinabrio, caracterizados mediante Difracción de Rayos X (XRD), Espectroscopía RAMAN y Microscopía Electrónica de Barrido-Microanálisis de Rayos X (SEM-EDX).

Haciendo una recopilación de lo desarrollado en las páginas anteriores, la presente Tesis de Maestría sigue la línea de investigación interdisciplinar desarrollada por los proyectos anteriormente citados, aportando como novedad la investigación del sistema de producción de materias colorantes en un complejo arqueológico de tipo palaciego, Xalla. De esta forma, esta investigación pretende aportar nuevos datos sobre las materias primas utilizadas por los artesanos del color en Teotihuacan, con el fin de que permitan ampliar el *corpus* de información generado a lo largo de las dos últimas décadas. De igual forma, al introducir la esfera socioeconómica de la producción de materias colorantes, el interés por discernir bajo qué condiciones sociales y económicas operaban los artesanos de

Xalla supone un aporte relevante tanto para la mejor comprensión de la funcionalidad de este complejo arquitectónico como para el mejor conocimiento acerca de la tecnología del color en Teotihuacan.

### III. Problema de investigación

¿Cuál es la composición del color en Xalla? ¿Cómo se produce el color? Son estas dos cuestiones, las que enmarcan el problema de investigación de la presente tesis de maestría. La problemática de investigación viene dada tanto por la escasa información que se tiene hasta el momento de la composición de los colores de Xalla como por la presencia de artefactos líticos con restos de materias colorantes que podían indicar una actividad relacionada con la producción y aplicación de color en Xalla.

### IV. Hipótesis y objetivos

#### *Hipótesis*

$H_1$  Los colores de Xalla son compuestos minerales realizados mediante mezclas complejas.

- Implicaciones de prueba: Si los colores de Xalla responden a mezclas minerales complejas implicaría que sus productores son poseedores de conocimientos especializados en cuanto a las proporciones y propiedades de las materias primas utilizadas.

$H_2$  La producción del color en Xalla se encuentra en manos de maestros artesanos cuyo estatus podría ser el de una clase media.

- Implicaciones de prueba: El grupo artesanal representado en Xalla tendrían valor *per se* como especialistas altamente cualificados.

$H_3$  El instrumental lítico con restos de color responde a una actividad productiva relacionada con el mantenimiento de la arquitectura de Xalla.

- Implicaciones de prueba: El grupo social dedicado a la producción de color en Xalla pertenecería al grupo productivo dedicado a la “albañilería”.

#### Objetivos

Los objetivos de la investigación son:

#### *Objetivo principal*

- Realizar la caracterización físico-química de los materiales constituyentes de los colores de Xalla

#### *Objetivos secundarios*

- Inferir la actividad asociada a los artefactos líticos con restos de color
- Aplicar marco teórico de referencia sobre producción artesanal propuesto por Cathy Costin (1991, 2001)
- Insertar las materias colorantes de Xalla dentro de las fases técnicas propuestas por Diana Magaloni (2006)

## V. Marco teórico-metodológico

### *a) Arqueología de la Producción*

Es pertinente comenzar el presente punto dedicado a la Arqueología de la Producción definiendo la producción artesanal. Kenneth Hirth advierte de la complejidad y dificultad que conlleva definir el concepto de producción, ya que como señala, encontrar evidencia de manufactura no implica necesariamente la existencia de una producción artesanal (Hirth, 2011, p. 14). Por ello y para que el concepto de producción posea claridad en la totalidad del texto que se presenta, se entenderá el concepto de producción como el conjunto de operaciones necesarias para transformar un bien en otro diferente del primero (Mannoni & Ginnichedda, 2007, p. 18). La producción artesanal utiliza herramientas y genera materiales de desecho que son diagnósticos de actividades de manufactura (Hirth, 2011, p. 13).

Con todo, para estudiar este fenómeno de transformación de materias primas en objetos terminados en sociedades antiguas, en este caso la teotihuacana, se hace imprescindible recurrir a la arqueología, puesto que ésta posee las metodologías idóneas para el estudio de la cultura material asociada a las actividades humanas pretéritas. Como afirma Cathy L. Costin (Costin, 2001, p. 273), los estudios de producción artesanal permiten

realizar inferencias sobre tecnología, cultura material, ecología, organización económica, relaciones políticas, economía política y reproducción social.

Ahora bien, ¿cuáles son los indicadores arqueológicos que permiten al arqueólogo inferir actividades productivas? Para el estudio de una actividad productiva artesanal se debe tener en cuenta en el registro arqueológico la presencia o ausencia de una serie de indicadores, a saber: materias primas, instalaciones fijas, productos semielaborados, manufacturas acabadas, descartes de producción o desechos de uso entre otros (Mannoni & Giannichedda, 2007, p.35). A la presencia o ausencia de los indicadores arqueológicos señalados en las líneas anteriores, se le debe añadir otra serie de evidencias que permitan al investigador inferir las características de la actividad artesanal como el contexto social en el que aparecen los restos, la dispersión o acumulación de los materiales arqueológicos, el tamaño de las instalaciones donde se ubica la producción artesanal, así como los materiales de construcción de éstas entre otros.

Se considera de central relevancia para una buena documentación de los materiales arqueológicos anteriormente señalados, manejar el concepto de área de actividad, la cual refleja acciones repetidas y se configura como la unidad mínima del registro arqueológico. Un área de actividad se define como una asociación y concentración de materias primas, instrumentos, objetos semiprocesados y desechos en volúmenes específicos que reflejan una producción particular, manufactura, consumo, almacenamiento o procesos de evacuación (Manzanilla Naim, 1986, p. 11). A partir de la aplicación y búsqueda del concepto de área de actividad y la documentación en excavación de indicadores arqueológicos de producción, es como entendemos que se debe iniciar una investigación arqueológica concerniente a sistemas de producción artesanal.

La producción artesanal se desarrolla en multitud de formas y contextos. Por esta razón, para solucionar esta diversidad, se han propuesto varias tipologías de producción con base en varios atributos que incluyen (a) el contexto físico donde la producción tiene lugar, (b) las características económicas del sistema, (c) cómo se segmenta la producción a través del tiempo, (d) los trabajadores, (e) las relaciones sociales de la producción y/o (f) una composición de varios de éstos atributos (Costin, 2001, p. 276). El modelo de estudio

desarrollado por C. Costin (Costin, 1991) distingue entre cuatro tipos básicos de producción, a saber: (1) producción de conjunto doméstico, (2) producción de taller, (3) producción independiente para el consumo general y (4) producción por/para las élites para su uso en contexto político-económico.

La presente investigación focaliza su atención en obtener información sobre el sistema de producción artesanal del color presente en Xalla. El grueso de la investigación tiene como marco teórico-metodológico de referencia el modelo para el análisis de las actividades productivas artesanales que propone Cathy L. Costin y aplica en sus investigaciones de la producción textil y cerámica inca (i.e. Costin, 1991, 1996, 1998, 2001, 2004, 2005, 2008). Éste tiene como premisa el estudio de los sistemas de producción artesanal mediante la investigación combinada de una serie de atributos que configuran éstos sistemas, teniendo como objetivos averiguar el contexto de producción, la organización de la producción artesanal, la distribución de las artesanías y su uso.

Cathy Costin (2001) expone en su propuesta metodológica la investigación de seis componentes que constituyen los sistemas de producción. Éstos son: (1) los productores, (2) los medios de producción, (3) la organización de la producción y relaciones sociales, (4) los objetos manufacturados, (5) las relaciones de distribución y (6) los consumidores. Estos seis componentes son los que se aplicarán a la investigación del posible sistema productivo en el complejo palaciego de Xalla, Teotihuacan. Los componentes propuestos por Costin enfatizan que los sistemas de producción consisten en personas, objetos y procesos, son mecanismos y principios organizativos que se desarrollan para lograr objetivos productivos.

El primero de los componentes que propone Costin (2001), los productores, debe ser investigado a partir del estudio de las identidades sociales como género, clase, etnicidad o estatus social. Para lo anterior, resulta indispensable poseer enterramientos localizados en las cercanías de las áreas de producción o bien, en contextos funerarios donde se pueda aplicar el estudio de entesopatías para ver desgastes óseos derivados de la acción artesanal repetida a lo largo de una vida (Manzanilla Naim, 2009b) u observar el ajuar funerario si existiera. Se debe atender también al grado de especialización de los productores a partir de la complejidad del proceso artesanal, la estandarización de tecnologías complejas o la

exclusividad de una parte de la cadena operativa; a la intensidad del trabajo, es decir, a la cantidad de tiempo invertida en la actividad artesanal; la naturaleza de la compensación, la habilidad del productor y los principios de reclutamiento (Costin, 2001, pp. 278-285).

En cuanto al segundo de los componentes, los medios de producción, se debe focalizar el estudio en las materias primas y en las herramientas de producción. Sobre éstos tipos de indicadores, es preciso realizar estudios traceológicos para observar huellas de uso o análisis de la distribución de los instrumentos y materias primas en el contexto arqueológico, dónde se encuentran los almacenes y qué producto o material se almacena, el conocimiento tecnológico implícito en las tecnologías de manufactura y por último, se debe atender a la tecnología productiva a través de la complejidad, la eficiencia del proceso productivo, la cantidad de bienes producidos, el control tecnológico y la variabilidad o estandarización de los objetos manufacturados (Costin 2001, pp. 286-292).

Uno de los componentes que presenta mayor interés para la presente investigación es el tercero, los principios organizadores de la producción, debido a la particularidad del contexto social en el que se ubican los indicadores de producción artesanal estudiados. Se debe considerar en este punto la organización espacial y social de la producción. Es posible ahondar en estos a partir de la investigación de una serie de elementos como la presencia o no de espacios permanentes de producción o áreas de desecho, el número de estancias dedicadas a la producción y almacenamiento del producto que se elabora, de la concentración a partir de las áreas de actividad, de las fases de la cadena operativa, del contexto sociopolítico en el que tiene lugar la actividad artesanal y del control sobre la distribución de la producción (Costin 2001, pp. 293-303).

El cuarto componente corresponde a los objetos, de los que debe analizarse su función y significado, así como su demanda. Esto se puede realizar observando si el objeto es local o alóctono, si son objetos utilitarios o bienes suntuarios, el grado de restricción de su uso y la cantidad de producción del objeto (Costin 2001, pp. 303-304).

En quinto componente hace referencia a los principios y mecanismos de distribución, es decir, la relación entre productor/consumidor y tratar de discernir el mecanismo a través del cual se hace la distribución: redistribución, tributo, reciprocidad o por intercambio, entre

otros. También deberán evaluarse los motivos de la transferencia, si es voluntaria, obligada o coercitiva para inferir en el estatus social de los artesanos y el rol social de éstos respecto a los consumidores (Costin 2001, pp. 305-306).

El sexto y último componente son los consumidores. Para discernir qué características sociales posee el demandante del objeto manufacturado debe atenderse a los patrones de consumo. El consumo y la producción se encuentran relacionados, siendo de principal relevancia atender a dónde o a quién está desinado el objeto que se manufactura. Los análisis de composición resultan de gran utilidad para discernir relaciones de intercambio y para distinguir entre bienes locales o foráneos (Costin 200, p. 306).

De lo seis componentes de los sistemas de producción artesanal descritos brevemente en los párrafos anteriores, se van a aplicar todos ellos al contexto y materiales arqueológicos documentados en Xalla, Teotihuacan. El nivel de profundidad de cada uno de los componentes se encuentra lógicamente limitado a los indicadores arqueológicos de los que se dispone. De esta forma, el primer componente será trabajado como espacio para realizar planteamientos en cuanto a la posible identidad y nivel social de los productores del color en Xalla. Para los componentes dos, tres y cuatro, es decir, medios de producción, principios de organización y objetos, se cuenta con los indicadores arqueológicos necesarios para abordar el estudio de estos atributos del sistema productivo del color. Por último, los principios y mecanismos de distribución y los consumidores, componentes quinto y sexto respectivamente, serán abordados conjuntamente de manera sucinta, ya que son componentes para los que no se posee la suficiente información como para poder desarrollarlos de manera independiente.

#### *La especialización artesanal*

La conceptualización del término “especialización artesanal”, ha generado gran debate entre los investigadores especialistas en este aspecto de la producción. Las definiciones sobre el concepto “especialización artesanal” son múltiples, pero aquí se seguirá la dada por Cathy Costin (1991, p. 4), según la cual

(...) la especialización artesanal es un sistema de producción diferenciado, regularizado, permanente y a veces institucionalizado en el que los productores dependen de relaciones de intercambio externas para satisfacer algunas necesidades de subsistencia, y donde los consumidores dependen de ellos para adquirir los bienes que no producen.

La metodología de estudio desarrollada por Costin (1991) distingue no sólo entre producción de conjunto doméstico y de taller, sino también entre producción para consumo general (producción independiente) y producción por/para las élites, para uso dentro de la economía política (*attached production*). La investigadora propone una clasificación de la producción en independiente, adjunta, doméstica y de taller, teniendo como parámetros de identificación el contexto físico de la producción, la concentración de la producción, la escala, que toma en cuenta el tamaño y constitución de la actividad productiva, y la intensidad del tiempo invertido (Costin 2001, p. 276) (Tabla 2).

Parámetros	Artesanos independientes	Artesano dependientes
<p><b>Contexto</b></p> <p>Control que existe sobre la producción y distribución.</p>	<p>-Artesanos que elaboran objetos utilitarios u ornamentales para un público no determinado y son afectados por variaciones económicas, políticas y sociales.</p>	<p>Los artesanos están sujetos al patrocinio de la élite y fabrican objetos suntuarios y de prestigio.</p>
<p><b>Concentración</b></p> <p>Niveles de centralización de los especialistas y de las áreas productivas.</p>	<p>Se trata de una distribución espacial dispersa en un asentamiento o región y reflejan la distribución uniforme de los desechos de producción.</p>	<p>Es una distribución concentrada, y los artesanos llevan a cabo sus actividades dentro de los palacios de las élites o en los lugares cercanos a los patrones. Por lo cual, los residuos de trabajo se presentan en pocos lugares.</p>

<p><b>Escala</b></p> <p>Indica el tamaño de los grupos de trabajo y la manera en que incorporan nuevos artesanos.</p>	<p>- Se asume que son grupos pequeños y los conocimientos se transmiten por parentesco.</p> <p>- La cantidad de objetos es menor y con menor control de las diferentes fases de</p>	<p>- Los grupos de trabajo son más grandes y sus integrantes pueden no estar emparentados entre sí.</p> <p>- La cantidad de objetos es mayor y con un buen control de las técnicas.</p>
<p><b>Intensidad</b></p> <p>Tiempo de trabajo invertido en la producción, el cual puede ser de medio tiempo o de tiempo completo.</p>	<p>Los artesanos emplean medio tiempo y lo complementan con las actividades de subsistencia.</p>	<p>Los artesanos son de tiempo completo.</p>

**Tabla 2.** Propuesta de los parámetros generales de Costin (1991) para el estudio de la especialización artesanal (Pérez Roldán, 2005, p. 8).

La especialización tiene dos características principales. La primera de ellas es el grado, referido a la proporción de productores frente a consumidores, debiendo haber una baja proporción de productores en relación a los consumidores. La segunda de las características es el tipo, esto es, la forma en que la especialización es organizada. Las propuestas para categorizar los tipos de organización de la producción son múltiples (i.e. Earle, 1981; Peacock, 1982; Sinopoli, 1988; Tosi, 1984; Van der Leeuw, 1977); sin embargo, como se ha indicado anteriormente, en todos se hace referencia a cuatro parámetros generales para describir la organización de la producción: (1) el contexto de la producción, (2) la concentración regional, (3) la escala de las unidades de producción y (4) la intensidad de la producción (Costin 1991).

<p><b>Especialización individual</b></p>	<p>Individuos autónomos o conjuntos domésticos produciendo para consumo local sin restricciones</p>
<p><b>Taller disperso</b></p>	<p>Grandes talleres produciendo sin restricciones para el consumo local</p>
<p><b>Especialización comunitaria</b></p>	<p>Individuos autónomos o unidades de producción de conjuntos domésticos produciendo sin restricciones para consumo regional</p>

<b>Talleres nucleados</b>	Grandes talleres adscritos dentro de una comunidad, produciendo sin restricción para el consumo regional
<b>Trabajo disperso</b>	Labores de tiempo parcial promocionado por la élite dentro de un conjunto doméstico o marco comunitario
<b>Criados/siervos individuales</b>	Artesanos individuales trabajando a tiempo completo, produciendo para la élite o instituciones gubernamentales
<b>Labores nucleadas</b>	Trabajo a tiempo parcial adscrita y generada por las élites con fines concretos
<b>Taller de artesanos</b>	Producción a gran escala a tiempo completo, trabajando para un patrón de la élite o institución de gobierno. Son artesanos altamente especializados.

**Tabla 3.** Tipología multidimensional de C. Costin (1991) para la especialización artesanal.

Desde la concepción que propone Costin (1991, 2001) de la producción como un sistema multidimensional, establece una tipología de la producción especializada basándose en los cuatro parámetros señalados en la tabla 2. La tipología se presenta en la tabla 3.

En cuanto a la producción artesanal mesoamericana, se considera apropiada para el presente estudio la propuesta que plantea Kenneth Hirth (2011). Éste señala que la producción artesanal puede considerarse muy especializada o no, según se defina y se utilice el término, poniendo el foco de atención en un estudio de Flad y Hruby (Flad & Hruby, 2007). Éstos autores distinguen dos perspectivas de investigación de la especialización artesanal: (1) la *perspectiva del productor* y (2) la *perspectiva del producto*.

La perspectiva del productor sigue la línea marcada por Gordon V. Childe (Gordon Childe, 1951) al considerar la especialización artesanal como una actividad de tiempo completo en la que los artesanos se mantienen gracias al conjunto doméstico, el cual consume los bienes que producen, de ahí que fuera de las sociedades complejas no fuese posible. La *perspectiva del producto*, por su parte, define la especialización artesanal en términos de la habilidad y de las actividades empleadas para satisfacer las necesidades de

consumo dentro de una sociedad, siendo definitorio de este punto la producción de bienes para el consumo fuera del conjunto doméstico (Hirth 2011, pp. 16-17).

La metodología propuesta por C. Costin (1991) y que sigue la presente investigación, pone la atención sobre los dos tipos de evidencia arqueológica, directas e indirectas. Éstas evidencias pueden ser documentadas en los contextos arqueológicos para reconstruir la organización de un sistema de producción artesanal especializada.

Por un lado, se encuentran las evidencias directas, consistentes en aquellos materiales que se documentan en el lugar específico donde la actividad productiva tuvo lugar, y por el otro las evidencias indirectas, que son las que ofrecen información sobre la organización de la producción, sin implicar la localización exacta. Esta última evidencia es la que encontramos en Xalla. En este sentido, el contexto de los materiales es el punto clave que hace que la investigación se torne hacia la metodología desarrollada para las evidencias indirectas. La dispersión espacial y estratigráfica que presentan los materiales asociados a la elaboración de materiales colorantes en Xalla, no parece indicar un lugar específico de producción con instalaciones fijas o estructuras arquitectónicas, aunque esta posibilidad será tratada en el quinto capítulo.

Así pues, las evidencias directas de los sistemas de producción especializada se constituyen en la mayoría de los casos de objetos acabados más que instalaciones o artefactos asociados a su producción (Costin 1991). Los datos indirectos, señala C Costin (1991), no permiten identificar unidades de producción específicas, de ahí que las denomina “grupo de producción/grupo productivo” (*production group*), por lo que de aquí en adelante se empleará este término para designar al grupo operante en Xalla. El término implica alguna forma de cohesión (número de productores compartiendo una tecnología, unas materias primas o un taller) sin que implique aspectos relativos a su independencia o al tamaño de la estructura de trabajo del grupo. Con todo, la mejor evidencia indirecta para la organización de la producción será la estandarización del producto final. En este sentido, lo que mide la estandarización es el número de grupos de producción en términos relativos, por lo que se requieren de dos o más unidades analíticas (sitios, regiones, fases o tipos diferentes) que

deben ser comparadas para examinar el grado relativo de especialización en cada uno (Costin 1991, pp. 33-36).

Al respecto de lo comentado en el párrafo anterior, tal y como señala Pérez Roldán (Pérez Roldán, 2013, p. 14), al estudiar la producción de una materia prima determinada, no solamente hay que observar los indicadores directos (herramientas, desechos, entre otros), sino los indicadores indirectos mediante el estudio de las huellas de manufactura o uso y la experimentación, y el conocimiento de las materias primas (estructura, composición, propiedades mecánicas, entre otros), así como la formación del contexto.

¿Cómo analizar o medir las evidencias indirectas como la estandarización o composición en la producción de materiales colorantes en Xalla? La estandarización se pretende analizar a partir de la aplicación de técnicas de caracterización físico-química, para obtener las informaciones relativas a la composición material de los restos de color documentados *in situ* y aquellos recuperados de los artefactos asociados a su producción y uso. Con los datos obtenidos y mediante la comparación con otros contextos arqueológicos en Teotihuacan como Teopancazco, Tetitla o el conjunto 46C:N4E2, donde se han realizado investigaciones arqueométricas sobre pigmentos en diversos formatos y contextos, se pretende observar si existe un patrón en cuanto a composición de los pigmentos teotihuacanos. Lo afirmado líneas arriba resulta coherente con la propuesta tradición pictórica teotihuacana que propone Diana Magaloni (Magaloni Kerpel, 1996a) en su estudio sobre la pintura mural teotihuacana.

#### **b) Protocolo arqueométrico**

En este punto se pretende responder la siguiente cuestión: ¿Cómo se aborda una investigación sobre la materialidad del color desde la Arqueometría? Para el desarrollo de éste, en primer lugar, dado el volumen de los objetos y la disponibilidad de los mismos se propuso el carácter micro-invasivo de la investigación. En segundo lugar, y dado que uno de los objetivos de la investigación era obtener la máxima información posible acerca de los materiales presentes en las muestras de color, así como intentar obtener información sobre

posibles materiales orgánicos, se decidió por realizar un protocolo de análisis que amalgamara las técnicas requeridas para este fin, realizando un proceso de revisión en la literatura especializada. Se tuvo por objetivo revisar estudios de caso donde la problemática principal fuera la caracterización mediante técnicas espectroscópicas y de imagen de patrimonio arqueológico e histórico policromado.

Los trabajos de caracterización de pintura parietal de grupos de cazadores-recolectores de variados contextos geográficos resultaron de gran utilidad a la hora de la documentación sobre la fluorescencia de Rayos X. Un ejemplo de lo anterior son los trabajos desarrollados por el Laboratorio de Análisis e Investigaciones Arqueológicas (LAIA) de la Universidad de Tarapacá, en Arica (Chile) sobre la pintura rupestre de la zona norte semiárida de Chile. Sus estudios han permitido observar que los óxidos de hierro son el principal componente en la mayoría de los motivos rojos, negros y amarillos de la pintura parietal (Moya, Troncoso, Sepúlveda, Cárcamo, & Gutiérrez, 2016; Sepúlveda et al., 2015).

Otros estudios de caso revisados para ésta técnicas son los desarrollados por el Grupo de Arqueometría del Instituto de Ciencia de los Materiales de la Universitat de València sobre la pintura parietal paleolítica y neolítica valenciana (España). Los caracterización elemental llevada por Roldán y colaboradores ha permitido identificar óxidos de hierro para los rojos y amarillos, solos o combinados con algún tipo de arcilla, carbonatos de calcio para los blancos y algún ejemplo de rojos elaborados con cinabrio (Domingo, García-Borja, & Roldán, 2012a; Clodoaldo Roldán et al., 2010; Clodoaldo Roldán, Villaverde, Ródenas, Novelli, & Murcia, 2013).

Sin embargo, la caracterización material de ciertos colores en ocasiones puede requerir de la aplicación de una batería de técnicas complementarias que permitan acumular información suficiente como para identificar los compuestos minerales u orgánicos que se emplearon en la elaboración de los pigmentos y colorantes, e incluso resolver la “receta” que se seguía para la elaboración de estos materiales.

Sirvan para ejemplificar lo anterior los trabajos de Vázquez de Ágredos junto a colaboradores relativos a la investigación de los componentes de restos de color en pintura corporal y en ofrendas funerarias en el centro de barrio conocido como Teopancancho,

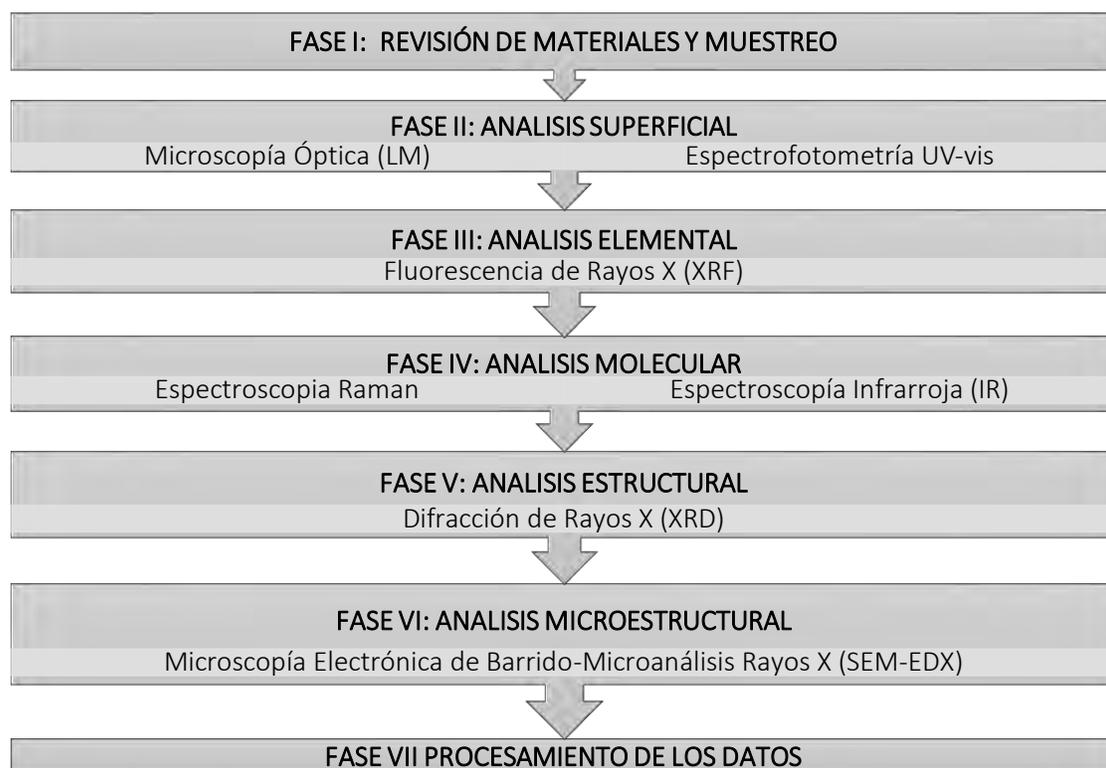
Teotihuacan. En este trabajo se combina el SEM/EDX para observar la microestructura de la muestra y observar la química elemental de las muestras de color, el FTIR para obtener información sobre los minerales presentes y el XRD para confirmar los compuestos mineralógicos vistos en FTIR, además de otras técnicas que no se citarán ya que no se aplican en la presente investigación. Con todo, la aplicación de la batería de técnicas permitió obtener un *corpus* de información que ha permitido identificar goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) y jarosita ( $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ ) en los amarillos, hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ilmenita ( $\text{FeTi}_3$ ), y cinabrio ( $\text{HgS}$ ) para los rojos y anarajandos, carbón, enstetita ( $\text{MgSiO}_3$ ) y galena ( $\text{PbS}$ ) para los negros (M. T. Doménech Carbó et al., 2012; Vázquez de Ágredos, Manzanilla, & Vidal Lorenzo, 2012).

Junto al trabajo comentado en los párrafos anteriores, se revisaron múltiples trabajos en los que se desarrolló una metodología arqueométrica similar, aplicada en una amplia variedad de contextos culturales y temporales (i.e. Alonso et al., 2014; Argáez, Batta, Mansilla, Pijoan, & Bosch, 2011; Batta, Argáez, Mansilla, Pijoan, & Bosch, 2013; Buti et al., 2014; Casanova González, 2012; Clark, 2002; Domingo, García-Borja, & Roldán, 2012; Martínez García et al., 2002, 2012; Ortega-Avilés, San-Germán, Mendoza-Anaya, Morales, & José-Yacamán, 2001; Prieto et al., 2016; Rifkin et al., 2016; Sakr, Ghaly, Geight, & Abdel-Haliem, 2016; Sánchez Morton, 2013; Vázquez de Ágredos et al., 2013; Wright, 2010; Wright et al., 2015)

Para realizar los análisis arqueométricos se ha propuesto seguir una secuencia lógica y coherente en función de los requerimientos y características de cada técnica, y en pos de realizar los menos muestreos posibles. Por ello, para el diseño del protocolo de análisis, se han tomado en cuenta la rapidez de las técnicas, su carácter destructivo o no destructivo y el tipo de información que genera cada una. Esto último es menester tenerlo muy en cuenta puesto que cada técnica arroja información que será complementaria por el uso de las técnicas posteriores. De esta forma se genera la información de modo progresivo, como una superposición de capas de información sobre los materiales que se analizan, con el objetivo de caracterizar las materias primas con las que se elaboraron las materias colorantes.

Para los fines de la presente investigación se ha diseñado un protocolo de experimentación arqueométrica desarrollado en siete fases integrando las siguientes

técnicas de análisis: la Microscopía Óptica (LM), la Espectrofotometría visible UV-vis, la Fluorescencia de Rayos X (XRF), la Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), la Espectroscopía RAMAN, la Difracción de Rayos X (XRD), y, por último, la Microscopía Electrónica de Barrido/Microanálisis de Rayos X (SEM/EDX) (Tabla 4).



**Tabla 4.** Protocolo de experimentación arqueométrica aplicado.

Los análisis arqueométricos se han llevado a cabo en el LANDIARH, ubicado en la Universidad de Valencia y en el Parque Científico de la misma institución, bajo la dirección de la Dra. M<sup>a</sup> Luisa Vázquez de Ágredos Pascual y en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC-IF) ubicado en el Instituto de Física de la UNAM, en el marco de los seminarios de metodología arqueológica impartidos por el Dr. José Luis Ruvalcaba Sil y el Dr. Edgar Casanova González durante el desarrollo de la maestría en Estudios Mesoamericanos.

- *FASE I: REVISIÓN DE MATERIALES Y TOMA DE MUESTRAS*

En esta primera fase del protocolo analítico elaborado, se llevó a cabo un examen macroscópico y con sencillos instrumentos ópticos de aumento de los materiales

arqueológicos. De cada artefacto arqueológico se revisó una serie de parámetros, a saber: el contexto arqueológico de procedencia, la tipología del artefacto, la materia prima con la que se elaboró, sus dimensiones y peso, e identificación de restos de pigmento y estuco. Durante el proceso de revisión y toma de muestras, se realizó de forma paralela la clasificación cromática de los colores siguiendo el Sistema Munsell de suelos.

Resulta pertinente apuntar en este momento los criterios de selección llevados a cabo para la toma de muestras, a saber: la cantidad de color, la pureza del color -se priorizó aquellos restos de color que no estuvieran mezclados con el sedimento color café del contexto- la localización en el objeto de los restos de color -aquellos restos cromáticos situados en las superficies de trabajo de los objetos- y, por último, los contextos arqueológicos, tomando en cuenta aquellos excavados en los rellenos de las estructuras o en las áreas de actividad.

La toma de muestras se realizó mediante un objeto metálico apuntado para el caso de los objetos elaborados en rocas porosas y mediante un objeto metálico afilado para aquellos objetos líticos elaborados en rocas densas. Se tuvo como principio rector no dañar la pieza y preservar restos del color muestreado para futuras investigaciones. Las muestras fueron preservadas en tubos *ependorf* de 1-5 ml.

- *FASE II: ANÁLISIS SUPERFICIAL*

Los exámenes superficiales engloban métodos y técnicas que generan información, de forma no destructiva, sobre distintas características del objeto no observables a simple vista (Mairinger, 2004). En esta fase del protocolo analítico se combinan la Espectrofotometría visible UV-vis y la Microscopía Óptica.

Los objetivos principales del análisis superficial de las muestras de color son (1) observar la composición y granulometría de los restos de color, (2) realizar una selección de las muestras para los análisis posteriores y (3) obtener una primera clasificación de los colores de Xalla.

**Microscopía óptica (LM).** La microscopía óptica aplicada a colores en polvo, permite observar su granulometría y composición. La revisión bajo microscopía óptica se llevó a cabo en el LANDIARH con un microscopio óptico estereoscópico *Leica GZ6* (10X -50X) con luz cenital y transversal y en el LANCIC-IF, con un microscopio óptico digital *Dino-Lite Edge* (20X-230X) con corrección de profundidad de campo, siendo las imágenes adquiridas con el programa informático *Dinocapture 2.0*.

La microscopía óptica se realizó con el objetivo de observar la composición de las muestras, su granulometría y para realizar la selección de aquellas muestras que serían sometidas a técnicas posteriores.

**Espectrofotometría visible UV-vis.** La aplicación de esta técnica a este estudio viene dada por la necesidad de clasificar y medir de manera objetiva los distintos colores de Xalla. La rica variedad tonal e intensidad en los colores documentados en este contexto arqueológico, hace indispensable recurrir a esta técnica con el objetivo anteriormente citado.

Dado que el color es una percepción personal, y su percepción viene determinada por condiciones lumínicas entre otras circunstancias, resulta indispensable recurrir a UV-vis para obtener mediciones precisas y objetivas de los distintos colores de Xalla. La espectrofotometría toma en cuenta tres factores distintos: la luz incidente, la superficie del objeto iluminado y el aparato de medida (Wright 2010, p. 304). La espectrofotometría permitirá monitorear cambios en los colores, siendo un aspecto fundamental para observar cambios en la manufactura de los colores. Con esta información, pueden ir obteniéndose datos sobre las distintas fases productivas o técnicas de los pigmentos y las propiedades ópticas de cada pigmento.

El análisis por UV-vis se realizará sobre los núcleos de color homogéneos y aquellos restos de color en instrumentos que presenten una mejor conservación. La aplicación de la espectrofotometría UV-vis genera una serie de medidas de la luz reflectada o transmitida por la muestra de pigmento. Esto genera resultados en forma de espectros que muestran la cantidad de energía reflectada o transmitida por un material cuando se excita en una región determinada del espectro electromagnético, permitiendo su caracterización a través de sus

rasgos espectrales, siendo óptima para la caracterización de algunos pigmentos, particularmente los de mineral de hierro (Bacci, Boselli, Picollo, & Pretzel, 2008). Con esta técnica se pretende clasificar los distintos colores recuperados en Xalla dentro del espacio CIELAB y observar la evolución del color en las distintas fases productivas documentadas.

- *FASE III: ANÁLISIS ELEMENTAL*

**Fluorescencia de Rayos X (XRF).** La versatilidad que esta técnica, su carácter no destructivo y multielemental, junto a la rapidez de análisis y su alto límite de detección, hacen de la Fluorescencia de Rayos X una técnica muy adecuada para este tipo de investigación. La aplicación de esta técnica permite generar información sobre el contenido elemental de las muestras de color, permitiendo realizar microanálisis de puntos estratégicos en las muestras. El objetivo de su aplicación en el presente estudio fue para obtener la composición elemental de los colores analizados y obtener las primeras diferencias y similitudes entre grupos de color y entre los mismos colores.

El sistema XRF utilizado durante el proceso de análisis fue el equipo SANDRA (Sistema de Análisis No Destructivo por Rayos X), desarrollado en el LANCIC-IF. Este equipo cuenta con un haz de rayos X generado por un tubo de Mo de 75 W con una ventana de Be, un detector X-123 Si-PIN de *Amptek* y un colimador de 1,5 mm de diámetro. El equipo tiene aplicado dos láseres que se enfocan manualmente usando una cámara acoplada con el dispositivo para establecer el punto de análisis. Las condiciones de análisis fueron 0.150 mA de intensidad de corriente con una energía de 30.0 KeV con un tiempo de adquisición de 200 segundos, realizando tres puntos por muestra. Una vez obtenido los datos del análisis, éstos fueron procesados con el programa informático *Amptek PyMca*.

- *FASE VI: ANÁLISIS MOLECULAR*

**Espectroscopía RAMAN.** En cuanto a la Espectroscopía Raman, ésta proporciona espectros característicos de minerales y de los compuestos químicos de los materiales a partir de la

excitación de la muestra con un láser. La aplicación de energía en la muestra genera vibraciones en la estructura molecular característicos de cada compuesto mineral, con lo que puede ser caracterizado.

Esta técnica resulta óptima para análisis de materias colorantes ya que es una técnica que combina los atributos requeridos de resolución<sup>7</sup> y sensibilidad<sup>8</sup>, permite caracterizar los materiales orgánicos e inorgánicos, amorfos y cristalinos, además de no necesitar una preparación particular de la muestra (Clark, 2002). También es posible analizar con Raman muestras de pequeño tamaño y analizar diferentes capas de secciones transversales de muestra.

El espectrómetro Raman empleado es un sistema portátil *Raman Inspector, Delta Nu*, con un láser de 1064 nm, una potencia máxima 120 mW y una resolución de 8 cm<sup>-1</sup>. El espectrómetro está equipado con un microscopio con luz LED para focalizar el punto de análisis. Los espectros minerales característicos fueron obtenidos con mediciones de entre 5 y 10 segundos, con un radio del láser entre 20 y 50 μm por punto. Se tomaron tres puntos por muestra para confirmar los espectros obtenidos. Los datos fueron procesados con el programa informático *ORIGINPRO 2016*, siendo los espectros resultantes comparados con la base de datos *RRUFF* (Lafuente, Downs, Yang, & Stone, 2015) para identificar los compuestos minerales de las muestras analizadas.

***Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR)***. La FTIR es una técnica de espectrometría vibracional cualitativa y a veces cuantitativa de las estructuras moleculares. Permite caracterizar las funciones químicas de los productos orgánicos, inorgánicos, cristalizados o amorfos (Wright, 2010, p. 306). Esta técnica proporciona un espectro de reflexión de los grupos funcionales de las sustancias inorgánicas y orgánicas. La aplicación de esta técnica con el módulo de Reflexión Total Atenuada (ATR) permite analizar muestras en polvo y así complementar la información obtenida mediante XRD y RAMAN en pos de

---

<sup>7</sup> Es la capacidad de distinguir entre dos señales próximas.

<sup>8</sup> Capacidad de un instrumento para discriminar entre pequeñas cantidades de un elemento o compuesto en la muestra.

caracterizar el mineral presente en la muestra de color. Resulta efectiva para identificar las diferentes fases de los óxidos de hierro (Doménech *et al.*, 2012).

Esta técnica ha sido aplicada en muestras de color en polvo con el módulo ATR, previamente molidas en un mortero de ágata para homogeneizar la granulometría de la muestra.

El equipo utilizado es un equipo *Alpha* de *Bruker Optics* con un módulo de Reflexión Total Atenuada (ATR), óptimo para el estudio de minerales y pigmentos en polvo, en el intervalo espectral de 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  y con una resolución espectral de 4  $\text{cm}^{-1}$ . Se tomaron tres espectros por muestra de 32 escaneos cada uno, a fin de eliminar las interferencias en los espectros. Los datos obtenidos fueron procesados con el programa informático *ORIGINPRO 2016* y los espectros generados se compararon con diversas bases de datos<sup>9</sup>.

Esta técnica se escoge para obtener información precisa sobre los posibles materiales minerales que pudieran componer los colores y para intentar caracterizar señales en los espectros de sustancias orgánicas como resinas. Esta técnica resulta de gran utilidad a la hora de caracterizar colores amarillos derivados de diversos óxidos de hierro hidratados a partir de la presencia o no de las bandas características de los enlaces moleculares Oxígeno-Hidrógeno (OH) en los espectros.

- *FASE V: ANÁLISIS ESTRUCTURAL*

**Difracción de rayos X (XRD).** La Difracción de Rayos X es una técnica cualitativa y en ocasiones cuantitativa que permite identificar las fases cristalinas de un material, sus proporciones y su grado de cristalización permitiendo de esta forma su caracterización mineral. La XRD es igualmente eficaz en el análisis de fases que pueden presentarse con distinto estado de hidratación como puede ser el caso de los estucos documentados en *Teopancazco* en distintos formatos y aplicaciones (Doménech *et al.* 2012).

---

<sup>9</sup> -N. V Chukanov, *Infrared spectra of mineral species*. Extended library, Vol. I. Springer, 2014.  
-[http://lisa.chem.ut.ee/IR\\_spectra/paint/pigments/](http://lisa.chem.ut.ee/IR_spectra/paint/pigments/)

La elección de esta técnica responde a la necesidad de identificar las diferentes fases cristalinas de los minerales presentes en los pigmentos. La posibilidad de que los pigmentos estén manufacturados con diferentes óxidos de hierro en distintas fases cristalinas, y la dificultad que conlleva caracterizar estos minerales, explican que esta técnica resulte muy adecuada en la presente investigación.

Los análisis mediante XRD se llevaron a cabo gracias a la colaboración del Laboratorio de Difracción de Rayos X del IF de la UNAM y fueron realizados por el técnico de laboratorio Antonio Morales Espino. Los patrones de difracción fueron obtenidos en un difractómetro *Bruker D8 Advance* de geometría Bragg Brentano, configuración  $\theta$ - $\theta$ , radiación Cu ( $K_{\alpha}$ ) con un detector de bandas de silicio (*Lynxeye Bruker*), a temperatura ambiente y en atmósfera de aire y presión atmosférica. La intensidad de difracción se realizó en función del ángulo  $2\theta$  que es medido entre  $4.0^{\circ}$  y  $110^{\circ}$  con un paso  $2\theta$  de  $0.02^{\circ}$  a 52.8 segundos por punto.

Las muestras requieren ser preparadas para poder ser analizadas. Deben ser reducidas a un polvo homogéneo a fin de que las caras de los cristales se acomoden aleatoria y homogéneamente para un correcto análisis. La forma de los arreglos cristalinos determinará el mineral y sus características físicas a nivel macroscópico. A partir de la ubicación de los picos de difracción presentes en el difractograma que genera como resultado, se podrá caracterizar las fases cristalinas presentes en la muestra de color. Con todo, esta técnica se selecciona para la fase cristalina de los materiales presentes en las pastas de color (cargas, agregados...) y para observar si hay distintas fases cristalinas para los diferentes estucos.

- *FASE VI: ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL*

***Microscopía electrónica de barrido/dispersión de rayos X (SEM/EDX).*** El sistema de análisis de dispersión de energía (EDX) acoplado al SEM genera información sobre la cantidad de elementos en la muestra (Doménech *et al.*, 2012, p. 1047). Permite identificar los elementos químicos presentes en la zona de análisis nunca superiores a algunos  $\mu\text{m}$ . Esta técnica genera

también imágenes que ilustran la repartición espacial de cada elemento químico identificado (Wright, 2010:307).

Los análisis con SEM-EDX se disponen al final del proceso analítico ya que su utilización conlleva la pérdida de la muestra al tener que ser preparada previamente. Esta técnica suministra información sobre la textura y microestructura del pigmento en polvo a la vez que informa de la composición química presente en la muestra permitiendo obtener información semicuantitativa. El grueso de la experimentación con SEM-EDX se llevó a cabo en los laboratorios centrales de la Universidad de Valencia Estudios Generales (UVEG) con un Microscopio Electrónico de Barrido *JEOL JSM6300* con una microsonda EDX acoplada.

Las muestras analizadas en el LANCIC-IF con esta técnica se llevaron a cabo con un equipo *Hitachi TM3030 Plus* con un voltaje de trabajo de 18 kV con el que se adquirieron imágenes de electrones retrodispersados (BSE). El equipo cuenta con un detector EDX *Bruker* acoplado para la caracterización de la química elemental de las muestras.

Este equipo genera tres tipos de resultados: (1) imágenes generadas por electrones retrodispersados en gama de grises donde los compuestos con elementos químicos más pesados se representan de manera más brillante que los compuestos con elementos ligeros, (2) mapas de distribución elemental generados a partir de un barrido del haz de electrones sobre la superficie del material analizado y (3) análisis semicuantitativos de áreas de la muestra de color sin estándares llevados a cabo por el software *Quantax70 (Bruker TM3030plus)*. Aunando todo lo anterior, es posible realizar inferencias relativas a la caracterización de los compuestos que están presentes en las muestras.

### **c) Análisis complementarios**

#### *Estudio de fitolitos en artefactos líticos*

Los fitolitos son células vegetales que se han mineralizado y que presentan una estructura similar a la de la cavidad, llamado ópalo, donde se producen. Los fitolitos proceden de la acumulación de sustancias minerales como sílice, carbonatos u oxalatos, en el interior de las células de los vegetales o en los espacios intercelulares. Según en la parte de la planta que

se conserve tiene formas diferentes y según la planta la información es mayor o menor y se forman por la precipitación de la sílice disuelto en agua que las plantas absorben de los suelos. Un aspecto importante para el posterior tratamiento de laboratorio, es que los fitolitos presentan una densidad específica situada entre 1,5-2,3 g/cm<sup>3</sup> y poseen un tamaño entre 5 a 200 µm, estando la mayoría entre 10-30 µm. Con todo, la morfología, densidad y tamaño de los fitolitos los convierte en diagnósticos de especies de plantas (Piperno, 2006).

La presencia de una variada y amplia gama de instrumentos líticos posiblemente relacionados con algún tipo de producción de pigmentos en Xalla, proporciona el marco idóneo para aplicar la metodología de investigación de fitolitos a estos materiales arqueológicos.

Del conjunto de metates analizados superficialmente mediante instrumentos de aumento, menos de la mitad de los mismos presentaba restos claros de pigmento y estuco sobre la superficie de trabajo de las piezas. Sin embargo, en los demás instrumentos de molienda no se observó a simple vista ni con aumento ningún tipo de resto de material colorante. Sin embargo, en algunos de los poros de las superficies de trabajo y de los cantos de las piezas se observaron pequeños gránulos de materiales con un color blanco o rojizo, lo que permite cuestionarse acerca del uso que pudieron tener los instrumentos.

Debido a lo anterior, se considera de utilidad aplicar la metodología de análisis de fitolitos en metates con el objetivo de observar la posible presencia o no de restos de color o de otros materiales que permitan inferir el uso o usos que pudo recibir el objeto. Por motivos de tiempo se decidió limitar el estudio a una piedra de molienda sin restos aparentes de color. Los resultados obtenidos serán de utilidad para futuras investigaciones sobre los usos de las piedras de moler en Xalla.

Para separar las partículas de pigmentos de los demás compuestos, el objeto de estudio fue sometido a el siguiente protocolo de experimentación llevado a cabo en el laboratorio de fitolitos del IIA de la UNAM bajo la dirección de la Mtra. Judith Zurita Noguera y el técnico de laboratorio Rogelio Santiago Salud. En primer lugar, se escogió uno de los metates siguiendo criterios de contexto arqueológico y que la superficie de trabajo del metate poseyera evidencias de trabajo. Ya escogido el objeto de análisis, se procedió a

realizar la documentación fotográfica del objeto de estudio. Una vez realizada la documentación fotográfica necesaria, le siguió una revisión bajo microscopía estereoscópica de la totalidad de la superficie buscando restos de color o de cualquier tipo de material indicativo de actividad artesanal.

Tras la revisión, se realiza el lavado de la mitad de la superficie de trabajo del metate para la recuperación de la tierra adherida. En el laboratorio se recupera con un cepillo suave la tierra superficial de la superficie de trabajo del metate mediante lavados de agua destilada y subsecuentes cepillados con el objetivo de obtener la tierra adherida a los poros de la piedra. Una vez tomada la muestra, el agua es eliminada por evaporación en un horno de secado a una temperatura de no más de 100 °C durante 12 h.

Las muestras ya secas se limpian químicamente con pirofosfato de sodio ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) en una máquina centrifugadora con cuatro baños, de manera que se elimine la materia orgánica presente en la muestra. Tras esto, se le añade a la solución ácido clorhídrico (HCl) al 15% y peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) para disolver carbonatos. Tras añadir cada una de las soluciones, el extracto se decanta y se lava tres veces con agua destilada.

Posteriormente se extraen los fitolitos y los restos de materiales por el método de flotación con bromuro de zinc calibrado a una densidad de 2.3. Las muestras obtenidas se secan a una temperatura de 60 °C durante 24h, siendo posteriormente montadas en portaobjetos con bálsamo de Canadá –sustancia resinosa de color ámbar elaborado a base de resina de abeto (*Abies balsamea*), utilizada en microscopía por sus cualidades ópticas- y finalmente se revisan las muestras con un microscopio estereoscópico (Piperno, 2006).

## CAPÍTULO II. EL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

El presente capítulo se dedica a exponer el contexto de procedencia de los materiales arqueológicos que se han investigado. El capítulo se estructura en dos secciones: la primera dedicada a Teotihuacan y la segunda al complejo arquitectónico de tipo palaciego denominado Xalla.

El punto dedicado a Teotihuacan tratará su contexto cronológico, socio-político y artesanal. Esta sección focaliza su atención en los aspectos asociados o vinculados en mayor o menor grado con el objeto de esta investigación, la producción de color en Xalla y la caracterización de sus materiales, centrándose en la organización sociopolítica de Teotihuacan y en las producciones artesanales documentadas arqueológicamente como son la obsidiana, la lapidaria o la cerámica. Además, considero relevante añadir a cada fase cronológica de Teotihuacan la correspondiente fase técnica propuesta por Diana Magaloni (1996a) para la pintura teotihuacana, realizando una exposición somera de las principales características de dichas fases en cuanto a colores y los materiales que los componen.

La segunda sección es la dedicada a describir el complejo arqueológico de Xalla y sus características, su ubicación dentro del plano urbano de Teotihuacan, su cronología, y describir y detallar la configuración del conjunto arquitectónico. De manera previa a lo anterior, se desarrolla una sección dedicada a la aclaración del concepto “palacio”, sus tipológicas y qué espacios han sido designados como tales en Teotihuacan, insertando así a Xalla en el contexto de la ciudad.

### **i. Teotihuacan. Contexto cronológico, político y artesanal**

Teotihuacan aparece como una excepción en Mesoamérica; la urbe se erige como una anomalía dentro del marco contemporáneo de la región a través del desarrollo de un estado corporativo y multiétnico. Teotihuacan fue capital de un estado, ciudad sagrada, centro articulador del comercio, redistribuidor de materias primas y centro de peregrinación. La

gran urbe destaca entre las demás ciudades de su tiempo desarrollando por primera vez en el Altiplano mexicano un estado complejo (Manzanilla Naim, 2008)

Teotihuacan se convierte en la primera metrópolis de la Cuenca de México, llegando a ocupar una superficie de 20 km<sup>2</sup> con un cénit poblacional de hasta 125.000 habitantes, generando un tipo de estado singular del cual surgen redes hacia áreas ricas en recursos claves formando corredores hacia las distintas zonas de Mesoamérica. Así la urbe se erige como excepcionalidad en un marco político donde predominan las estrategias políticas de carácter individual como los del área maya o zapoteca. En Teotihuacan se desarrolla una estrategia político-económica de carácter corporativo, que, junto al tamaño de la ciudad, a su planificación urbanística, la articulación de un estado laxo, discontinuo y con enclaves situados en zonas estratégicas a nivel comercial o el carácter multiétnico de sus habitantes entre otras muchas características, convierten a esta urbe de la Cuenca de México en un ejempló único en el territorio mesoamericano contemporáneo (Manzanilla Naim, 2001, 2006a, 2009a, 2011a).

Fases Teotihuacan	Lapsos probables
<b>Miccaotli</b>	100-200 d.C
<b>Tlamimilolpa</b>	200-350 d.C.
<b>Xolalpan</b>	350-550 d.C.
<b>Metepec</b>	550-650 d.C.

**Tabla 5.** Fases del Periodo Clásico en Teotihuacan. Fuente (Manzanilla Naim, 2011:293).

Teotihuacan se ubica en la parte central del valle homónimo ubicado en el extremo norte de la cuenca de México; este escenario natural tenía una serie de características que pudieron favorecer el surgimiento de la urbe como son: la abundancia de material constructivo de origen volcánico, su proximidad con la parte septentrional del sistema lacustre de la cuenca de México lo que permitía la explotación de los recursos propios de estos ecosistemas, la presencia de las fértiles llanuras de Acolman al sur para practicar la agricultura, una ubicación estratégica en cuanto a las rutas hacia la costa del Golfo de Veracruz, la cercanía y disponibilidad de obsidiana de Otumba y de las Sierras de las Navajas

y la presencia de manantiales de agua dulce en la porción sureste del Valle (Millon, 1973; Parsons, 1974 en Manzanilla Naim, 2011, p. 290) (Figura 1).

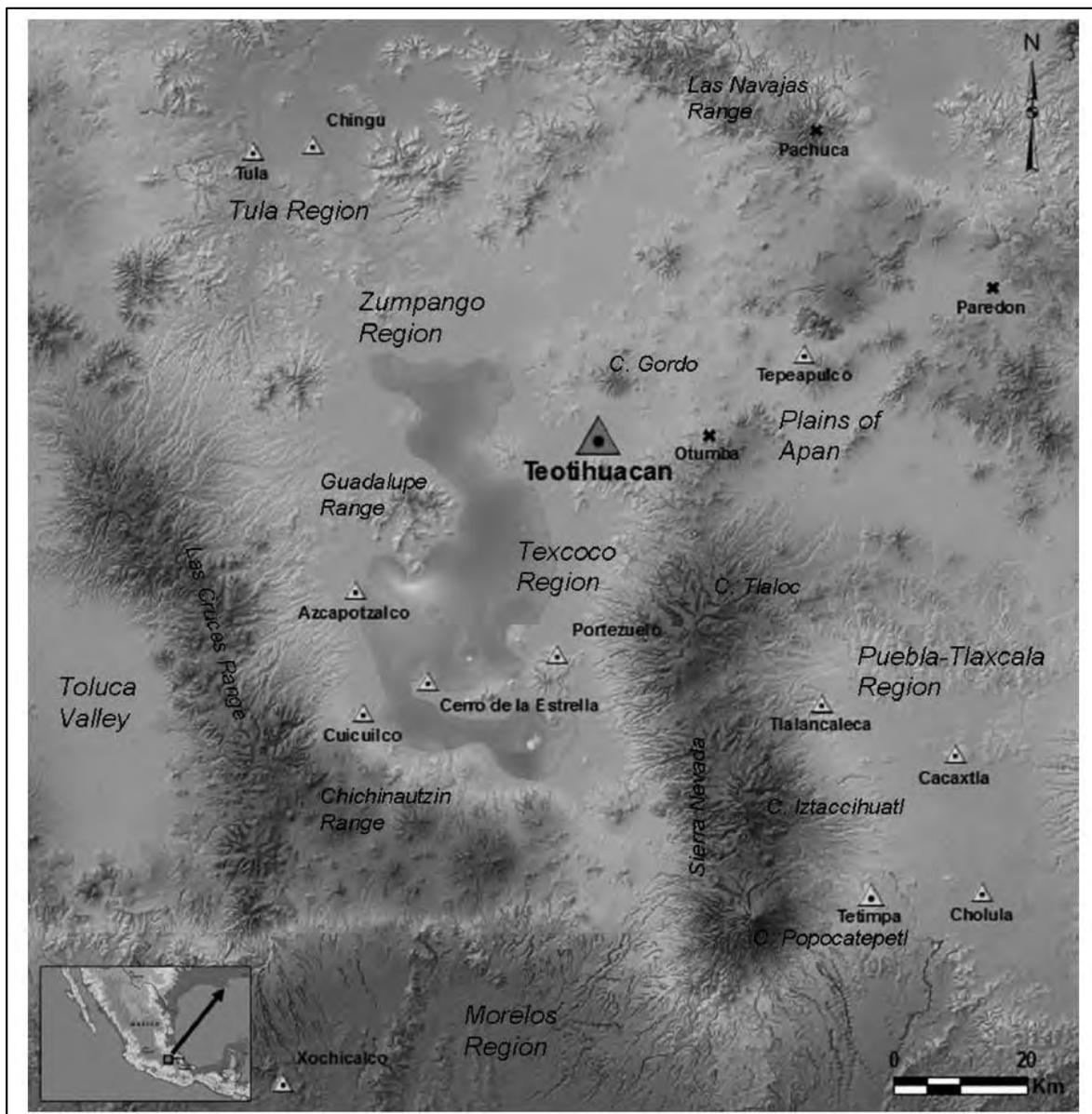


Figura 1. Ubicación de Teotihuacan en el mapa del Altiplano Mexicano. Fuente: (Murakami, 2016, p. 63).

Las diversas ocupaciones que ha experimentado el valle de Teotihuacan se desarrollan a lo largo de varios períodos desde el Preclásico terminal hasta el Posclásico, ubicándose su periodo de máximo apogeo entre 200-550 d.C., lapso que cubre el denominado periodo Clásico de la cuenca de México (Sanders, 1965, 1994; Sanders, Parsons, & Santley, 1979).

Las fases de Teotihuacan que ocupan el horizonte Clásico son cuatro: Miccaotli (100-200 d.C.), Tlamimilolpa (200-350 d.C.), Xolalpan (350-550 d.C.) y Metepec (550-650) (Tabla 5); éstas han sido elaboradas a partir de análisis de Carbono 14, fechamientos arqueomagnéticos y mediante tipologías cerámicas en múltiples investigaciones desarrolladas en la urbe desde hace más de un siglo (Beramendi Orozco, González, & Soler-Arechalde, 2012; Rattray, 1977, 1987a, 1991, 2001; Rodríguez Ceja, Soler-Arechalde, Morales, & Goguitchaichvili, 2012; Soler-Arechalde et al., 2006).

Las ocupaciones primigenias de carácter sedentario en el valle Teotihuacan se remontan a los períodos Preclásico tardío con la Fase Cuanalan (400-110 a.C.), Preclásico terminal con las fases Tezoyuca-Patlachique (100-1 a.C.) y Tzacualli (1-100 d.C.), periodo en el que se desarrolla una serie de aldeas agrícolas de pequeño tamaño con base en una simbiosis económica intercomunal entre las mismas. Una de estas aldeas es Cuanalan, el único ejemplo de estos asentamientos tempranos excavado de manera extensiva. Este asentamiento posee una ocupación desde 370 a.C. a tiempos mexicas, tratándose de un pequeño asentamiento situado donde el valle de Teotihuacan confluía con el lago de Texcoco (Manzanilla Naim, 1985).

#### *Tzacualli (1-100 d.C.)*

La fase Tzacualli (1-100 d.C.) coincide con los episodios volcánicos del Popocatepetl hacia el final del siglo I d.C., evento que motiva el abandono de asentamientos en las laderas orientales del Popocatepetl como Tetimpa, Petlachica o Cruz del Milagro. Estos fenómenos volcánicos provocaron movimientos de grandes contingentes de población hacia el norte y este de la Cuenca, contribuyendo de esta manera al crecimiento poblacional que experimentaron las ciudades de Cholula y de Teotihuacan, y a la introducción en esta última del que será el estilo arquitectónico clásico teotihuacano, el talud-tablero y el patrón arquitectónico de la urbe en sus inicios, las plazas con tres templos (Plunket & Blanco, 1979; Plunket & Uruñuela, 1998, 2000).

Para esta fase Millon (Millon, 1973) propone la existencia de una “ciudad vieja” ubicada en la parte septentrional de la urbe, aunque arqueológicamente sólo se ha

documentado el complejo de Tlachinolpan, la plaza 1 de de Oztoyahualco o el edificio 1 en el interior de la Pirámide de la Luna (Manzanilla Naim, 2011, p. 295).

*Miccaotli (ca. 100/150-200 d.C.)*

La fase Miccaotli (ca. 100/150-200 d.C.) es la primera del Clásico y se caracteriza por el crecimiento de la ciudad, experimentando un notable vigor constructivo. En esta fase se han fechado varias ofrendas fundacionales en múltiples sectores de Teotihuacan como Xalla, La Ventilla o Teopanazgo entre otros, se trazan las vías principales de la urbe, la Calzada de los Muertos, la Avenida Este-Oeste y la Ciudadela. Además del trazado y construcción de las dos avenidas principales de la ciudad, se inicia la construcción de las primeras fases del Templo de la Serpiente Emplumada en el área meridional de la ciudad, el Grupo *Viking* y el Templo de los Caracoles Emplumados. La gran actividad constructiva de esta fase pudiera responder al desarrollo de una sólida estructura socio-política y a una base económica lo suficientemente estable que permitiría el desarrollo y consolidación del estado teotihuacano (Millon, 1973; Manzanilla Naim, 2011).

La primera fase técnica propuesta por Diana Magaloni (1996a) se ubica en las fases Tzacualli y Miccaotli (1-200 d.C.), proponiendo una paleta cromática de cinco colores básicos: rojos, elaborados con óxidos de hierro; verde elaborado con malaquita ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ), un carbonato hidratado de cobre; ocres de tonos amarillos-pardos generados por la lepidocrosita ( $\text{Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$ ), un óxido de hierro hidratado, el negro opaco conseguido con pirolusita, un bióxido de manganeso ( $\text{MnO}_2$ ), y por último, blancos obtenidos con carbonatos de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o sulfatos de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) (Magaloni, 1996a).

*Tlamimilolpa (200-350 d.C.)*

Durante el desarrollo de la fase Tlamimilolpa es común diferenciar dos subfases, Temprana (200-250 d.C.) y Tardía (250-350 d.C.), definidas a partir de una aparente ruptura con la ideología imperante, reflejada ésta en la arquitectura, los útiles y las representaciones pictóricas. Esta fase es un momento de crecimiento urbano y demográfico, generando un incremento de la actividad constructiva y un cambio cualitativo en cuanto al sistema de

asentamientos de la metrópoli, organizándose la población en grupos corporativos dispuestos en conjuntos multifamiliares. Esto se manifiesta también con la construcción y ampliación de conjuntos residenciales multifamiliares como La Ventilla A, B y C, Tetitla, Zacuala, el Palacio del Sol, Tepantitla o Tlajinga 33 (Millon, 1973; Manzanilla Naim, 2011).

Hacia 350 d.C. es cuando R. Millon (1973) propone que se da un momento de “renovación urbana”, momento en el que se construye una “nueva ciudad” encima de la urbe Tlamimilolpa. Este momento de profusa actividad constructiva coincide con fechamientos y detección de rituales de terminación alrededor de 350 d.C. según Manzanilla (2002 Ed. Patricia Plunket). El final de Tlamimilolpa e inicio de Xolalpan estaría marcado por un cambio notable en la ciudad marcado por evidencias arqueológicas de rituales de terminación tipo Fuego Nuevo, una intensa actividad constructiva, un posible conflicto interno -es el momento de la destrucción del Templo de la Serpiente Emplumada y construcción del basamento piramidal en su fachada oeste-, y sacrificios humanos dedicados a la consagración de las nuevas construcciones (Manzanilla Naim, 1992, 2001, 2006a, 2011a, 2012b).

#### *Xolalpan (350-550 d.C.)*

La fase Xolalpan (350-550 d.C.) es considerada como la fase del apogeo teotihuacano, siendo el periodo de mayor influencia teotihuacana, tanto dentro como fuera de la Cuenca de México. Esto puede ser percibido en el seno de edificios como el Palacio de los Jaguares o el conjunto occidental de la Calzada de los Muertos. De manera simultánea, acaecen cambios de orden iconográfico, ritual e ideológico, siendo las bases de cohesión social los lazos de parentesco y la especialización productiva (Cowgill, 1997). Durante Xolalpan, Teotihuacan se consolida como el centro político, religioso y económico más importante de Mesoamérica. Al final de esta fase se presenta la génesis del proceso de decadencia y colapso del estado teotihuacano, consolidado durante la fase Metepec (550-650 d.C.).

En lo relativo a las fases técnicas de la pintura mural teotihuacana, la segunda fase técnica (200-450 d.C.) ocupa la totalidad de la fase Tlamimilolpa y parte de Xolalpan y viene marcada por un aumento del repertorio de colores y gamas tonales empleadas por los

*tlacuilos* teotihuacanos. En esta fase se produce la aparición del “rojo teotihuacano”, pigmento rojo de matiz guinda elaborado con hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) que caracterizará la pintura mural teotihuacana en las restantes fases técnicas. La gama tonal de los rojos en esta fase se enriquece mediante el agregado a las mezclas de otros colores como el negro (pirolusita), generando un rojo de tono oscuro.

Surge en esta fase el color rosa, con dos tonos, un rosa medio elaborado con una mezcla de rojo (óxidos de hierro), amarillo (lepidocrosita) y blanco (sulfato de calcio o carbonato de calcio), y un rosa pálido elaborado a partir de la mezcla de rosa medio con blanco. Aparece también el azul ultramarino quizás elaborado con una mezcla de pirolusita, azurita ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ), sulfato de calcio y carbonato de calcio, y el naranja elaborado con una mezcla de hematita con lepidocrosita. Los demás colores como el negro, el ocre, el verde o el blanco se mantienen sin mayores variaciones, elaborándose con las mismas materias primas que en la fase precedente (Magaloni, 1996a).

#### *Metepc (550 - 650 d.C.)*

La fase Metepc (550 - 650 d.C.) es considerada como el periodo que marca el final del estado teotihuacano. Durante esta fase, Teotihuacan experimenta un notable descenso poblacional, documentado arqueológicamente con el abandono de algunos sectores de la ciudad, presencia de niveles de destrucción e incendios en varias zonas de la urbe como Xalla y Teopancazco hacia 550 d.C.

El colapso de la urbe pudo darse por una multiplicidad de factores todavía no esclarecidos. Los factores que pudieron haber causado el colapso y abandono de Teotihuacan serían la sobreprolación, la sobreexplotación del medio, un escaso desarrollo tecnológico en los distintos ámbitos de la producción como la agricultura, la producción artesanal o los sistemas productivos, la dependencia establecida con las comunidades agro-artesanales, además de una contradicción entre la estrategia corporativa y la exclusionista (Manzanilla Naim, 2003a, 2003b, 2011a, 2014b).

La tercera fase técnica de la pintura teotihuacana (450-650 d.C.) ocupa la mitad de la fase Xolalpan y la fase Metepc, estando marcada por un aclaramiento del tono general de

la pintura mural. En cuanto a colores y materiales se mantienen la mayoría de los utilizados en la fase anterior, aumentan los tonos de los verdes, añadiéndose un verde pastel, malaquita y sulfato de calcio, y un verde seco elaborado con malaquita, azurita, hematita y pirolusita. La gama de amarillos y ocres se amplía con un amarillo claro, lepidocrosita con sulfato de calcio, y se sigue empleando el naranja y el negro. Por último, la gama de azul se hace más compleja con dos nuevos tonos, un azul claro de azurita con sulfato de calcio y un tono de azul verdoso denominado Azul Tetitla, realizado con una combinación de malaquita y un sulfato de cobre, la calcanita ( $\text{CuSO}_4$ ) (Magaloni, 1996a).

### *Organización sociopolítica*

La cuestión de la organización política en Teotihuacan es uno de los temas que mayor debate ha generado entre los especialistas. Son dos las principales tendencias que se han desarrollado desde finales de la década de los 80 para explicar qué tipo de gobierno rigió Teotihuacan. Por un lado, investigadores como Sergio Gómez Chávez (Gómez Chávez, 2000), Saburo Sugiyama (Sugiyama, 1993, 2004a, 2004b), Rubén Cabrera (Cabrera Castro, 1990) o Evelyn Rattray (Rattray, 2001) abogan por la existencia de una institución estatal centralizada y fuerte en Teotihuacan que estaría en manos de un único gobernante. Por otro lado, la línea que Esther Pasztory (Pasztory, 1988, 1992, 1997), Zoltán Paulinyi (Paulinyi, 1986, 2001) desde la iconografía y Linda R. Manzanilla Naim (Manzanilla Naim, 1992, 2001, 2006a, 2007, 2008) desde la arqueología defienden, y la cual sugiere la posibilidad de que Teotihuacan estuviera regido por un co-gobierno de dos, cuatro o seis gobernantes.

La línea teórica que sigue este trabajo en lo relativo al estado teotihuacano y su organización socio-política es la desarrollada por Pasztory, Paulinyi y Manzanilla Naim, ya que consideramos que las evidencias arqueológicas que hasta el momento se han registrado en Teotihuacan en cuanto a estructura social y patrón residencial, la profusión de pinturas murales que representan aspectos relacionados con rituales asociados a la siembra y la fertilidad y sobre todo, la ausencia total de representaciones de carácter individualizante o de gobernantes en las diferentes “artes” teotihuacanas, se aproximan más a la propuesta de

que Teotihuacan haya sido regido por un gobierno compartido<sup>10</sup> a partir de una estrategia política de carácter corporativo.

En múltiples publicaciones, Manzanilla Naim (i.e. 2001a, 2001b, 2006, 2007, 2008, 2011) propone que la organización política del estado teotihuacano podría ser corporativa, es decir, un estado donde, según Richard Blanton *et al.* (Blanton, Feinman, Kowalewski, & Peregrine, 1996), el poder se compartiría entre diferentes grupos en sociedad, donde existe interdependencia entre subgrupos, un énfasis en las representaciones colectivas y en el ritual, basado éste en la fertilidad y la renovación de la sociedad y el cosmos (Manzanilla Naim, 2001a:478). La estrategia corporativa en Teotihuacan modelaría un tipo de Estado con territorios discontinuos, basado en el control sobre la producción artesanal y el intercambio de materias primas y objetos suntuarios (Manzanilla Naim, 2006b, p. 16). Esta estrategia política y económica se vería reflejada en la pintura mural, donde como señala G. Cowgill se insiste en el cargo más que en el individuo (Manzanilla Naim 2008, p. 114).

Según Manzanilla Naim (2012), la estructura social de la ciudad se articularía en Teotihuacan a partir de tres vectores de cohesión social y pertenencia: los grupos étnicos, los grupos jerárquicos y los grupos de oficio; sin embargo, las investigaciones que se han realizado de las diferencias en cuanto al acceso a bienes diversos en las unidades habitacionales han permitido observar que no existen diferencias notables que establezcan estamentos sociales claramente diferenciados (Manzanilla Naim, 1996).

Uno de los principales registros arqueológicos que permiten discernir sobre la jerarquización social son los restos de fauna y flora asociados a la dieta. Ésta era generalmente la misma, basada en el maíz, el frijol, la calabaza, perro, guajalote, conejos y venado. Los diferentes estratos sociales tenían acceso a materias primas y bienes tanto locales como alóctonos, de mayor o menor valor, documentándose diferencias en cuanto a las proporciones. Objetos muy apreciados como la mica, el cinabrio o la pizarra aparecen en contextos funerarios tanto en áreas asociadas a la élite como en los barrios asociados a los

---

<sup>10</sup> El gobierno compartido no fue exclusivo de Teotihuacan, en Mesoamérica hay constancia en las fuentes históricas del siglo XVI de que Cholula estuvo regida por dos gobernantes. Igualmente, hay propuestas que abogan por que Tula también pudo tener un co-gobierno (Conversación personal L. R. Manzanilla Naim, 2016)

estratos sociales más bajos, lo que varía son las cantidades (Manzanilla Naim, 1996, 2011a; McClung de Tapia, 1977).

René Millón (1973) establece siete niveles sociales en Teotihuacan. Una élite política asociada al palacio de Quetzalpapalótl, el Palacio del Sol, Xalla y al Palacio Norte y Sur del Templo de la Serpiente Emplumada; un grupo de alto nivel asociado a viviendas multifamiliares establecidas alrededor de la Pirámide del Sol; los niveles tres, cuatro y cinco corresponderían a un nivel intermedio asociado a conjuntos residenciales multifamiliares en los palacios de Zacuala, Teopanazgo y Xolalpan - pudieron funcionar como articuladores de la vida en los centros de barrio-, y los niveles seis y siete los dos últimos estamentos asociados a los complejos de Tlamimilolpa, la Ventilla B y Oztoyahualco (Manzanilla Naim, 2006a, 2009c, 2011b).

Un punto importante dentro de la estructura social de Teotihuacan son los barrios y los centros de barrio que los coordinan. Los barrios según Michael Smith (Smith, 2010; Smith & Novic, 2012) son unidades que poseen un significado social y espacial, además de un rol importante en el marco de la vida y organización urbana. En los barrios se genera una alta interacción personal entre los miembros que lo componen a partir de compartir el espacio, el trabajo y las actividades cotidianas. Gómez Chávez (2012) define los barrios como un fenómeno urbano complejo, como un subsistema a cuya estructura corresponde a las relaciones sociales fundamentales establecidas en torno a la naturaleza específica de los procesos de producción. En Teotihuacan los barrios habrían sido espacios comunales en los que los diferentes grupos sociales realizaban sus actividades diarias, permitiendo una perpetuación cultural e ideológica, poseyendo elementos diagnósticos como edificios públicos, una plaza pública y compuestos residenciales (Gómez Chávez, 2012).

En Teotihuacan se han propuesto como posibles barrios los de población propiamente teotihuacana como los complejos de Tepantitla, Yayahuala (Manzanilla Naim, 2012b) o Tlajinga 33 (Widmer & Storey, 2012), los barrios periféricos multiétnicos como Teopanazgo (Manzanilla Naim, 2012), y los barrios foráneos como el Barrio oaxaqueño (Ortega Castro, 2014; Rattray, 1992) en el sector suroeste de la ciudad, un sector relacionado con Michoacán (Gómez Chávez, 1998) en la sección oeste y el Barrio de los Comerciantes

con posibles relaciones con el área veracruzana (Rattray, 1989) en la sección este. En estos barrios la cultura material, los estilos arquitectónicos y las prácticas funerarias reafirman la identidad étnica de los pobladores.

En contraste con los barrios foráneos, aquellos propiamente teotihuacanos pueden presentar tres morfologías diferentes: pueden configurarse como plazas de tres templos a cuyo alrededor se situarían los conjuntos residenciales y donde predominarían las actividades de tipo artesanal, como barrios para la élite con una arquitectura formal con funciones administrativas y amplios espacios al aire libre, y como barrios multiétnicos situados en la periferia liderados por las élites intermedias (Manzanilla Naim, 2009a, 2012b).

Los barrios y los centros de barrios son los espacios donde actuarían las élites intermedias de Teotihuacan. Éstas habrían fungido como elemento de cohesión y articulación de la urbe y como unidad social generadora de tensiones y de ruptura en el tejido social, político y económico de la ciudad (Manzanilla Naim, 2009a, 2012b). Se han propuesto 22 posibles centros de barrio en Teotihuacan, reconocidos a partir de la localización de una serie de elementos diagnósticos que se detallan en el siguiente párrafo (Froese, Gershenson, Manzanilla, 2014; Manzanilla Naim, 2006b, 2009a).

Los centros de barrio teotihuacanos estarían configurados a partir de una plaza central (> 170 m<sup>2</sup> de extensión) dedicada a rituales de carácter público y a cuyo alrededor crecería el resto del conjunto. Los centros de barrios dispondrían de varios sectores con funcionalidades diversas, disponiendo de un sector administrativo con posible presencia de objetos vinculados con la administración como sellos de estampa con iconografía del Dios de las Tormentas o la flor de cuatro pétalos (Manzanilla Naim, 2008, 2012a), un sector artesanal especializado –algo documentado en La Ventilla 92-94 (Gómez Chávez, 2000) y en Teopancazco (Manzanilla Naim, 2012a)- controlado por las élites intermedias, un área de residencia de los regidores del barrio, un sector posiblemente dedicado a la guarnición militar, un sector de almacenamiento de alimentos y materias primas, un sector de cocinas y un área abierta para la posible realización de festividades, actividades de intercambio o practicar el juego de pelota (Manzanilla Naim, 2006b, 2009a).

Una de las características identitarias de la estructura social teotihuacana es la vivienda multifamiliar. Las viviendas multifamiliares toman forma de conjuntos arquitectónicos separados por muros perimetrales sin ventanas que albergaban a varias familias. Las familias teotihuacanas compartirían probablemente tanto el territorio doméstico como el parentesco y el oficio, aunque cada una ellas poseería una deidad tutelar y cocinas diferenciadas (Manzanilla Naim, 1996).

Los conjuntos habitacionales consisten generalmente en varios cuartos dispuestos en torno a espacios abiertos como patios rituales, patios de servicio o áreas de desecho. La arqueología ha permitido conocer el área de los diferentes tipos de conjuntos domésticos quizás asociados a diferencias de estatus. Los había de tres tamaños; muy grandes (>3500 m<sup>2</sup>), medios (en torno a 2300 m<sup>2</sup>) y pequeños (280-550 m<sup>2</sup>) (Manzanilla Naim, 1993, 2006a, pp. 20-24, 2009a).

#### *La producción artesanal en Teotihuacan*

El trabajo artesanal en Teotihuacan es, junto a los intercambios macrorregionales, uno de los pilares del sistema económico de la urbe. Es en la fase Miccaotli cuando los sistemas de canalización destinados a la agricultura son clausurados, la tierra dedicada al cultivo se utiliza en la construcción de la Pirámide del Sol y lo que antaño fue sembradío pasa a ser área urbana.

La actividad artesanal se convierte en uno de los principales motores de la urbe, lo que, junto al desarrollo del intercambio comercial y el establecimiento de enclaves en áreas geográficas con recursos estratégicos, permitió a Teotihuacan consolidarse en el centro de un complejo sistema de relaciones económicas y sociales (Carballo, 2013; Gómez Chávez & Gazzola, 2011; Manzanilla Naim, 2006b, 2009a; Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, Zúñiga, et al., 2011; Nichols, 2016).

La intensificación de la producción y la especialización artesanal y el intercambio de bienes fueron elementos de suma importancia en el contexto de las relaciones económicas y sociales. Los artesanos teotihuacanos trabajaron en una amplia variedad de contextos dentro de la ciudad como en talleres independientes o administrados por las élites o en

talleres patrocinados por grupos con alto poder adquisitivo. La mayoría de los talleres estaban en áreas domésticas, aunque la mayoría se asocian a instituciones de carácter estatal o de alta clase socioeconómica (Nichols, 2016, p. 11).

En Teotihuacan, la mayor parte de los habitantes estarían dedicados a la actividad artesanal multiespecializada con base en una organización corporativa plasmada en tres focos, los conjuntos departamentales, los centros de barrio y los conjuntos de tipo palaciego (Manzanilla Naim, 2006b; Rovira Morgado, 2009, p. 56). Como al parecer fue generalizado en el resto de Mesoamérica, en Teotihuacan la unidad primaria de producción es el conjunto doméstico, con un trabajo diversificado por eficiencia e involucrando una organización corporativa cimentada en los grupos de oficio y en el ritual comunitario (Carballo, 2013; Hirth, 2011; Manzanilla Naim, 2009).

Además de ser una actividad multifocal, es decir, llevada a cabo en diversos complejos arquitectónicos asociados a grupos sociales diversos, Manzanilla Naim propone que la esfera productiva en Teotihuacan, puede ser analizada a partir de cuatro escalas además de la escala doméstica para el autoconsumo (Manzanilla Naim, 2006, 2009):

- aquellos bienes urbanos de uso común, producidos en la periferia por artesanos de tiempo parcial como útiles de obsidiana, lítica pulida utilitaria, cerámica pulida de uso común o producción de estuco,
- artesanías dedicadas a cubrir las necesidades de la urbe como la cantería o el estuco,
- aquellos bienes que portan símbolos de identidad de las élites intermedias producidos en los centros de barrio (atavíos y tocados) y,
- objetos relacionados con la élite gobernante, la cual contaría con el control de ciertas materias primas.

La investigación en Teotihuacan en cuanto a actividades artesanales se ha focalizado sobre todo a la industria de la obsidiana (Carballo, 2007, 2011, 2013; Spence, 1967, 1984, 1986), debido a la profusión de materiales arqueológicos documentados en el *Teotihuacan Mapping Project*, seguido de la cerámica (Cabrera Cortés, 2011; Krotser & Rattray, 1980;

Múnera Bermúdez, 1985; Rattray, 2001). Desde los inicios del siglo XXI se han desarrollado numerosas investigaciones que han permitido ampliar la gama de actividades artesanales llevadas a cabo en Teotihuacan como el trabajo de la lapidaria y concha (Cabrera Cortés, 2009; Gazzola, 2005; Gómez Chávez, 2000; Gómez Chávez & Gazzola, 2011; Manzanilla Naim et al., 2017; Melgar Tísoc, 2012; Rosales de la Rosa, 2004; Rosales de la Rosa & Manzanilla Naim, 2011; Turner, 1988; Velázquez Castro, 2012; Velázquez Castro, Bautista, & Pérez Roldán, 2009) o del estuco (Barba et al., 2009; Barba Pingarrón, 2005; Barba Pingarrón & Córdoba Frunz, 2010a; Murakami, 2010, 2015, 2016).

De manera menos profusa que en las actividades artesanales citadas en el párrafo anterior, se han desarrollado estudios que han documentado talleres dedicados a la elaboración de los atavíos para las élites teotihuacanas en Teopancazco y Xalla (Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, & Valentín, 2011; Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, Zúñiga, et al., 2011; Pérez Roldán, 2005), además de evidencias de artesanía textil en el Barrio de los Comerciantes (Carballo, 2013, p. 127).

En cuanto al color son escasas las investigaciones en Teotihuacan en lo relativo a su producción, se cuenta con la investigación realizada sobre metates con restos de color en su superficie de trabajo en Teopancazco (Zurita & Santiago, 2009), la posible extracción de colorantes de moluscos en Teopancazco (Rodríguez Galicia, Valadez Azúa, & Martínez Mayén, 2017) y el trabajo de Sánchez Morton (2013) en el sitio 46C en el cuadro de Millon (1973) N4E2, donde documenta e investiga un sector dedicado al almacenamiento y producción de pigmentos. En este trabajo, Sánchez Morton propone que el sitio 46C, ubicado aproximadamente a 500 m. al este del complejo de Xalla, sería un taller dedicado a la obtención, manejo manufactura y almacenamiento de pigmentos.

Para las características del contexto en el que se recuperan los materiales de estudio de la presente investigación, un contexto palaciego teotihuacano, se va a profundizar en los siguientes párrafos en aquellas actividades artesanales que han sido documentadas en contextos teotihuacanos de élite. Éstas son: el taller de incensarios tipo teatro en La Ciudadela excavado por Carlos Múnera (1985), el taller de atavíos y tocados de Teopancazco

(Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, Zúñiga, et al., 2011), los recintos con indicadores de producción de obsidiana en la fachada oeste de la Pirámide de la Luna (Carballo, 2007, 2013; Spence, 1981), el taller de lapidaria y concha de La Ventilla (Gazzola, 2005; Gómez & Gazzola, 2011) y el área de trabajo de mica en Xalla (Rosales de la Rosa, 2005; Rosales de la Rosa & Manzanilla, 2011; Manzanilla Naim et al. 2017).

#### *Taller de Incensarios tipo Teatro en La Ciudadela.*

Carlos Múnera (1985) en el marco del *Proyecto Arqueológico Teotihuacan 80-82* documenta un área de actividad con evidencias de producción de diversos tipos de objetos cerámicos utilizados en la elaboración de incensarios tipo teatro. El espacio de producción se denominó Cuadrángulo Norte, ubicado en Plaza Norte de la Ciudadela. La configuración del espacio como un taller cerámico se produce en la fase Tlamimilolpa, teniendo su máximo desarrollo en la fase Xolalpan.

El Cuadrángulo Norte cuenta con dos áreas con evidencias de actividades artesanales. La primera de ellas es un área exterior donde se reporta materias primas, objetos para el proceso de elaboración de aplicaciones de los incensarios, objetos finalizados como escudillas, chimeneas o máscaras, desechos de barro cocido y objetos defectuosos e instrumentos de industria lítica como raspadores, pulidores o navajillas y de industria ósea como punzones. La segunda área de actividad es un cuarto de 2x2 metros dedicado al cocimiento de las piezas mediante un horno abierto, ya que se reporta una capa de ceniza de 20cm de espesor con restos fragmentados de cerámica quemados.

Entre las evidencias de producción artesanal que se recuperaron del área excavada, Múnera reporta la presencia de restos de materias colorantes pero ningún instrumento asociado a su producción. Los materiales colorantes recuperados fueron rojo, amarillo y verde, identificados como hematita para el rojo, goethita para el amarillo y una combinación de carbonato de calcio y minerales arcillosos para el verde (Tabla 1) (Múnera, 1985, pp. 29-33, 92-96).

Con todo, la gran cantidad de materiales arqueológicos recuperados evidencian diferentes fases de la cadena de producción, la relación espacial directa con el complejo de La Ciudadela y la presencia de incensarios tipo teatro en el interior del Conjunto 1D, situado al este del Cuadrángulo, y en enterramientos allí documentados. Lo anterior, lleva a Carlos Múnera a proponer que este espacio sería un taller de producción de incensarios tipo teatro con artesanos de tiempo completo adscritos a la élite residente de La Ciudadela, quienes controlaban la iconografía que se representaría en los incensarios y proveerían a los artesanos el instrumental y las materias primas requeridas.

#### *Taller de atavíos y tocados de Teopancazco.*

En el centro de barrio de Teopancazco se excavó un área dedicada a la producción artesanal de los atavíos y tocados para la élite del barrio. El taller se documenta a partir de las evidencias de industria ósea relacionada con el proceso de elaboración de los trajes, restos óseos de fauna utilizados como materia prima de los tocados, objetos semiprocesados y desechos; todo ello en un espacio delimitado por muros de adobe. El espacio del área artesanal se ubica en el sector noreste del conjunto de Teopancazco, mostrando una ocupación en cuatro niveles constructivos superpuestos con grupos de cuartos cada uno, desde la fase Tlamimilolpa Tardío a Metepec (Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, Zúñiga, et al., 2011, pp. 62-63).

Destacan de esta área de producción artesanal las materias primas que se empleaban en la confección de atavíos y tocados, siendo mayoría los restos óseos de especies marinas como tortuga, restos de la mayor variedad de peces registrada en Teotihuacan, moluscos y otros restos óseos de fauna original de la Costa del Golfo como aves y cocodrilos. Todos estos materiales se ven reflejados en el fragmento de pintura mural principal recuperado en Teopancazco, donde se distingue a dos personajes realizando un ritual en el altar de la plaza principal del barrio y cuyos ricos atavíos presentan parafernalia de origen marino como estrellas de mar o conchas y tocados de animales cuyos restos óseos están representados en el contexto de producción (Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, Zúñiga, et al., 2011)

El contexto espacial del taller, lo “exótico” de la materia prima utilizada en la elaboración de los atavíos, la presencia de enterramientos de individuos masculinos con entesopatías directamente relacionadas con el proceso de trabajo y el destinatario de los atavíos y tocados manufacturados, la élite del barrio, llevan a Manzanilla a concluir que se trata de un taller de artesanos especializados cuya producción se encuentra directamente controlada por las élites intermedias del barrio (Manzanilla Naim, Valadez Azúa, Rodríguez Galicia, Pérez Roldán, Velázquez Castro, & Valentín, 2011).

*Talleres de obsidiana de la Pirámide de la Luna.*

El área de producción de objetos de obsidiana adyacente a la fachada oeste de la Pirámide de la Luna presenta evidencias de producción de bifaciales y puntas de obsidiana gris. Respecto a la intensidad de la producción de obsidiana en este complejo, Carballo propone que se trataría de una producción episódica a gran escala de puntas, cuchillos y excéntricos; la cantidad de desechos de producción registrados, ca. 170 kg, el contexto espacial y el tipo de objetos finalizados que se estarían produciendo, llevan a proponer que se trataría de un área directamente controlada por la élite teotihuacana, quien proveería de materia prima y sería el destinatario de los objetos de obsidiana con función ritual (Carballo, 2013, p. 124).

En cuanto a la relación de la élite con la producción artesanal de objetos de obsidiana Spence propone que el estado teotihuacano no controlaría todos los aspectos de esta actividad artesanal, sino que controlaría la producción de objetos de obsidiana con finalidad ritual y promoviendo la actividad artesanal y controlando el abasto de la materia prima (Spence, 1981 en Sánchez Morton, 2013, p. 46).

*Taller de lapidaria y objetos en concha de La Ventilla.*

En el Conjunto Arquitectónico A del conjunto arqueológico de La Ventilla se documenta un área de producción artesanal de lapidaria y concha cuyo desarrollo se inicia desde la fase Tlamimilolpa. En estos espacios Gómez y Gazzola documentan áreas de actividad con materias primas, objetos semiprocesados, objetos reutilizados, instrumental, objetos finalizados y desechos del proceso de manufactura. La función del conjunto se infiere

l a través de las evidencias de pintura mural y de los enterramientos registrados, los cuales presentan objetos asociados vinculados a la comentada actividad artesanal (Gómez & Gazzola, 2011).

Dentro del área dedicada a la lapidaria se reportan materias primas como jadeíta, serpentina, mica y cristal de roca, la mayor parte de ellas de origen foráneo. El taller producía ornamentos como orejeras o botones, figurillas, máscaras o esculturas de pequeño tamaño, todos ellos elaborados con instrumental lítico de tezontle, basalto u obsidiana. Por su parte, el taller de objetos malacológicos documentó el proceso de elaboración de cuentas y placas destinadas a ornamentos como orejeras, trompetas o botones (Gómez & Gazzola, 2011, pp. 106-117).

En cuanto a la organización social de las actividades artesanales señaladas en los párrafos anteriores, Gómez y Gazzola (Gómez & Gazzola, pp.118-121) proponen que estaría dividida entre artesanos con una estructura interna jerarquizada, evidenciada en los ajueres documentados en los entierros del conjunto, encargados del proceso productivo y poseedores del conocimiento técnico y un segundo grupo social conformado por la élite del conjunto, la cual controlaría la producción, el abastecimiento de la materia prima y se encargarían de las labores rituales del conjunto.

#### *El taller de mica de Xalla.*

En el marco de las excavaciones llevadas a cabo por Linda R. Manzanilla Naim en el conjunto palaciego de Xalla, se recuperó un total de 37 kilos de mica en las diversas formas que adoptaría en un proceso productivo: materia prima, preformas, productos finalizados, desechos además de instrumental e implementos que fueron empleados en el proceso de manufactura. Es en el área sur del complejo, concretamente en la plaza 5, donde se localiza un sector destinado al trabajo artesanal de carpinteros, lapidarios, sastres y otros especialistas donde mayor cantidad de mica se registró (Rosales de la Rosa & Manzanilla Naim, 2011, pp. 137-141). Actualmente se han contabilizado 10 kilogramos procedentes solamente del túmulo ritual al noroeste del complejo (Manzanilla Naim et al. 2017).

A partir de estudios traceológicos para identificar macro y microscópicamente y la aplicación de la arqueología experimental, Rosales de la Rosa propone que entre el instrumental utilizado para trabajar la mica se encuentran navajillas de obsidiana, lascas empleadas como mesas de trabajo, agujas y punzones de hueso, fragmentos de pizarra y pequeñas lascas con formas geométricas, siendo las dos técnicas básicas identificadas en la producción la percusión y el desgaste. El análisis de Rosales de la Rosa propone una cadena operativa de cinco niveles: (1) selección de la materia prima, (2) reducción de la materia prima, (3) elaboración de las formas preliminares, (4) elaboración de las formas definitivas y (5) ultimar detalles específicos (Rosales de la Rosa & Manzanilla Naim, 2011, pp. 137-138).

En cuanto al contexto específico de Xalla, el contexto espacial donde se llevaría a cabo la actividad artesanal de la mica son recintos elevados con pisos de estuco en la Plaza 5, que circunda un área de cuartos pequeños de adobe donde laboraban otros artesanos al interior del complejo palaciego. Los conocimientos técnicos requeridos en el proceso de manufactura y la cantidad de material recuperado llevan a concluir que la actividad artesanal de la mica estaría en manos de artesanos especializados adscritos al complejo palaciego y mantenidos por la élite teotihuacana, quien controlaba el abasto y almacenamiento de la materia prima (Rosales de la Rosa & Manzanilla Naim, 2011, pp. 144-147).

## ii. Xalla. Un complejo palaciego teotihuacano

En la presente sección se realiza una descripción del conjunto arquitectónico de Xalla. La información revisada proviene en su mayoría de los informes arqueológicos de las temporadas de excavación del proyecto dirigido por la Dra. Linda R. Manzanilla Naim *Teotihuacan. Elite y gobierno: excavaciones en Xalla y Teopanazco* (Manzanilla Naim, 2002, 2004, 2009c, 2013, 2014a; Manzanilla Naim, López, & Fash, 2005; Manzanilla Naim & Lopez Lujan, 2002; Manzanilla Naim & López Luján, 2001a, 2001b). El citado proyecto tiene por objetivo aprehender la forma de vida de la élite teotihuacana y conocer el grupo o grupos sociales que gobernaban Teotihuacan a partir de la investigación mediante excavación extensiva de dos conjuntos asociados a la élite teotihuacana, uno a la clase gobernante, Xalla,

y Teopancazco, asociado a las élites intermedias regidoras de los barrios de la antigua urbe prehispánica.

Este subapartado tratará en primer lugar y de manera introductoria sobre los palacios en Teotihuacan, los complejos arquitectónicos que han sido propuestos como posibles palacios y qué rasgos definen a un complejo de tipo palaciego. El segundo y tercer punto focalizan su atención en Xalla, contexto arqueológico de donde provienen los materiales que centran la presente investigación. De manera preliminar se enmarcará a Xalla en el tiempo y en el espacio teotihuacano, describiendo su ubicación y las fases cronológicas que ocupa. El último punto se centra en la descripción del sitio arqueológico a partir de su planimetría, prestando especial atención a aquellos contextos específicos en los que se documentan los materiales de estudio.

#### *Palacios en Teotihuacan*

Los palacios están íntimamente relacionados con el tipo de gobierno que rige a una sociedad, en relación con este aspecto, la problemática respecto al tipo de gobierno que regía Teotihuacan tiene su repercusión en las diferentes propuestas como palacios de diversos conjuntos arquitectónicos. Como señalan Manzanilla Naim, López Luján y Flash (2005) en su propuesta sobre los indicadores arqueológicos de palacios en los estados arcaicos, cada palacio es la impronta de la manera de ser y de pensar de sus usuarios, cuya arquitectura y sus materiales constructivos, las ofrendas y enterramientos o su programa escultórico e iconográfico reflejan una forma de vida y una representación del binomio poder/riqueza.

En Teotihuacan, son muchos los complejos arquitectónicos que han sido designados como posibles centros de administración de la urbe o de residencia de la élite gobernante, sin que hasta el momento haya un acuerdo unánime entre los especialistas (i.e. Acosta, 1964; Cowgill, 1983, 1997; Jarquín & Martínez, 1982; Jarquín Pacheco, 2002; Manzanilla Naim, 2001, 2008, 2009b; Manzanilla Naim et al., 2005; Manzanilla Naim & López Luján, 2001b; Manzanilla Naim & Lopez Lujan, 2002; Manzanilla Naim & López Luján, 2001a; Morelos García, 1982; Rattray, 1987b; Séjourné, 1959).

Antes de señalar los complejos que se han designado como palacios en Teotihuacan, resulta pertinente citar la tipología de palacios que describe Kent V. Flannery (Flannery, 1998) en la analogía que realiza entre diversos complejos palaciegos en estados arcaicos. Según Flannery, se pueden distinguir de manera general tres tipos de palacios, palacios administrativos vinculados con el gobierno y administración del estado, palacios residenciales de las élites urbanas o palacios multifuncionales, caracterizados éstos por un bajo nivel de administración, con sectores dedicados a la producción artesanal y otras actividades no residenciales (Flannery 1998, p.22).

Los conjuntos arquitectónicos teotihuacanos que se han propuesto como posibles palacios son Tetitla (Séjourné 1959), Techinantitla, Xolalpan, Yayahuala, Zacuala, el Conjunto 1D de la Ciudadela (Jarquín Pacheco 2002), el Conjunto Calzada de los Muertos (Morelos García, 1982), el Palacio de Quetzalpapálotl (Acosta 1964) y por último, Xalla (Manzanilla Naim, 2002, 2009c; Manzanilla Naim et al., 2005). Las estructuras palaciegas que pudieron ser residenciales están ubicadas en los diversos sectores de Teotihuacan. Podemos mencionar al Palacio de Quetzalpapálotl de época Xolalpan en cuanto al sector noroeste, el Palacio del Sol, en el noreste o el complejo gemelo situado en la Ciudadela de las Estructuras 1D y Estructura 1E, a los que se les designa una función residencial asociada a los sacerdotes del templo. Los complejos que han sido propuestos como posibles sedes de gestión o administrativos son el Conjunto Calzada de Muertos y Xalla (Jarquín Pacheco 2002; Morelos García 1982, Manzanilla Naim 2002, 2008, 2009b; Manzanilla Naim et al. 2005).

De los conjuntos que se han mencionado en el párrafo anterior, Tetitla, Techinantitla, Xolalpan, Yayahuala y Zacuala tendrían más similitudes con complejos multifamiliares de variado estatus social. De los anteriores los que, por sus características, mayores indicadores reúnen para ser designados como posibles centros del gobierno de la ciudad son el Conjunto Calzada de los Muertos, el Conjunto 1D-1E, el Palacio de Quetzalpapálotl y Xalla (Manzanilla Naim, 2001, 2008, 2009b; Manzanilla Naim et al. 2005).

El Conjunto Calzada de los Muertos se ubica entre la Pirámide del Sol y la Ciudadela, conformándose según Morelos García (Morelos García, 1982, 1985) como un macroconjunto constituido por templos, plazas y áreas administrativas. Este enorme complejo comprendería

el conjunto Plaza Oeste -organizado a partir de una plaza con un adoratorio central con tres templos alrededor-, el Conjunto de los Edificios Superpuestos y el Grupo *Viking*. El conjunto destaca por la calidad de los materiales constructivos, el rico programa pictórico y escultórico que muestra y su tamaño, ya que, de tratarse de un conjunto integrado, ocuparía 122.500 m<sup>2</sup> (Manzanilla Naim et al 2005, p. 197). La presencia de cerámica de tipo doméstico, ausencia de enterramientos y el tipo de materiales documentados hace que Morelos García proponga que se trataría de un conjunto dedicado a funciones administrativas.

En cuanto a los Conjuntos 1D y 1E situados en sección NE de la Ciudadela diversos autores como Pedro Armillas (Armillas, 1944), René Millon (R. Millon, 1973, 1981), George Cowgill (1997) o Kent. V Flannery (1998) lo designan como candidato a palacio gubernamental o centro administrativo de la ciudad. Los dos conjuntos ocupan un área total de 9600 m<sup>2</sup>, se sitúan en la sección oriental de la plaza de la Ciudadela, junto al Templo de la Serpiente Emplumada y poseen una planta prácticamente idéntica, situado uno al norte y otro al sur de la estructura religiosa. Los dos conjuntos comparten una cronología que data entre 200-300 d.C., ubicándose sus primeras estructuras en la plaza principal en la fase Tzacualli. Ambos conjuntos se articulan a partir de un patio central de 900 m<sup>2</sup> a cuyos lados se sitúan cinco módulos constructivos con seis cuartos cada uno, organizados en torno a un patio central de unos 100 m<sup>2</sup> aproximadamente (Jarquín y Martínez, 1982).

Otra interpretación de estos conjuntos es la dada por Ana María Jarquín Pacheco (2002), la cual a partir las dimensiones de los conjuntos, la complejidad de su planta, de los materiales documentados en los enterramientos como incensarios tipo teatro, orejeras de jadeíta o aquellos localizados en los conjuntos como instrumentos de molienda y cerámica con iconografía del Dios de las Tormentas, asocia el conjunto a un “sacerdocio” vinculado con el quehacer religioso del Templo de la Serpiente Emplumada (Sánchez Morton. 2012).

El conocido como Palacio del Quetzalpapálotl es en realidad un conjunto arquitectónico ubicado en la esquina suroeste de la Plaza de la Luna de época Xolalpan, el cual está edificado sobre los cimientos de edificaciones anteriores, donde se ubica el Patio de los Jaguares. Reconstruido en los años 60 del pasado siglo, representa lo que bien pudo haber constituido un palacio residencial de miembros de la élite teotihuacana, con rica

pintura mural policromada, aunque con preponderancia del color rojo y pilastras magníficamente esculpidas con relieves de aves mitológicas. Las interpretaciones que se han hecho sobre la función de este complejo palaciego han sido las de ser un palacio residencial de élite. Por su parte, Millon (R. Millon, 1981) sugiere que podría habitar la elite gobernante, o haber funcionado de manera similar a los Conjuntos 1D y 1E de la Ciudadela, como morada de sacerdotes que oficiarían en el templo anexo a éste (Acosta, 1964).

Una vez realizada esta somera revisión de los conjuntos asociados a funciones de gobierno o religiosas en Teotihuacan, queda plantearse qué características posee Xalla para ser designado como un conjunto de tipo palaciego y qué tipo de palaciego podría ser, cuestiones que se tratarán en el siguiente apartado.

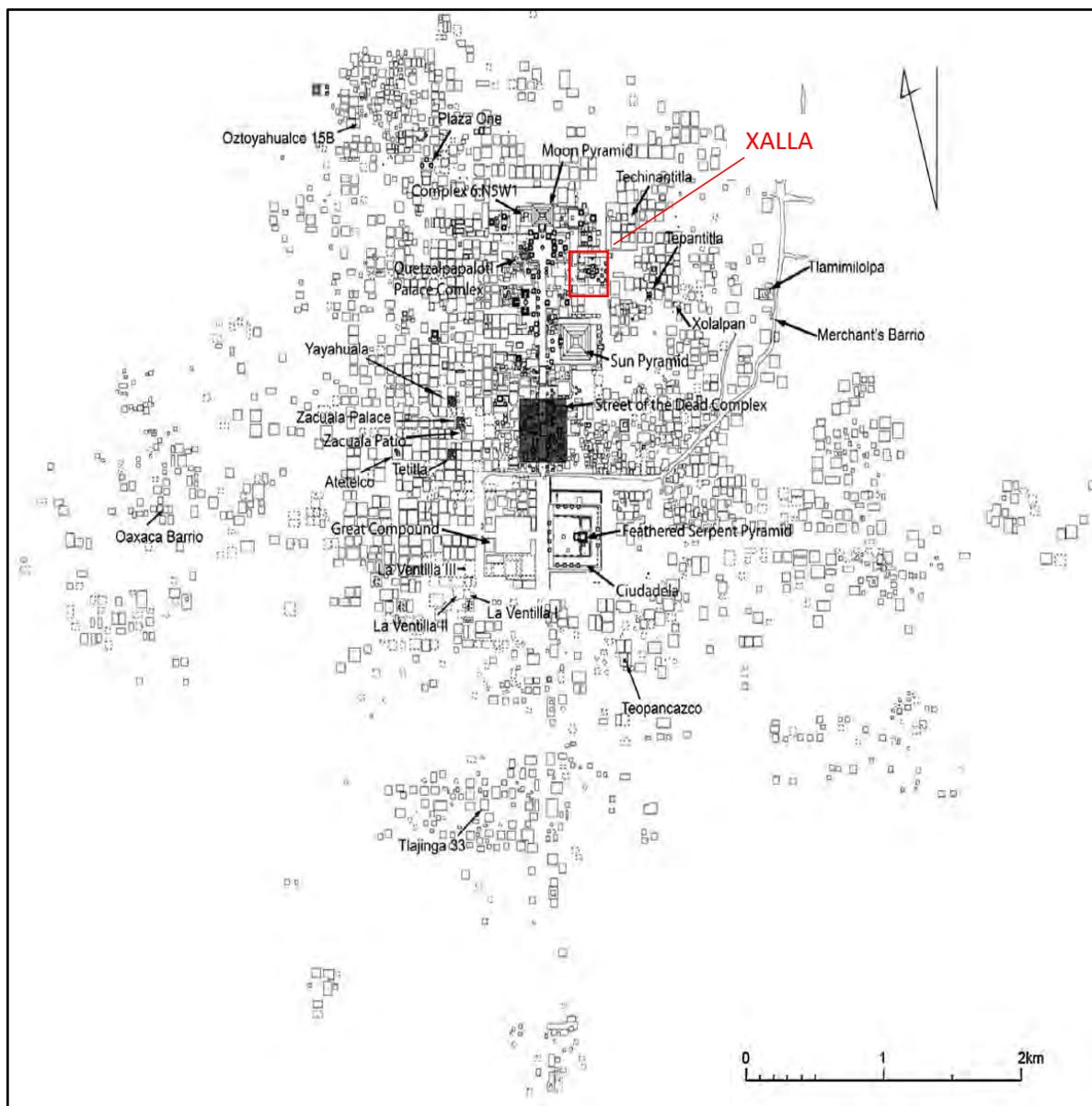
#### *El conjunto arquitectónico de Xalla*

El conjunto arquitectónico de Xalla se configura como un magno complejo de estructuras arquitectónicas y espacios abiertos ubicado en pleno corazón de Teotihuacan. De amplios espacios y ocupando una enorme superficie, la primera visión del conjunto llama la atención por su magnitud, siendo la segunda observación la posición privilegiada que ocupa entre dos de las principales construcciones monumentales de la urbe, la Pirámide del Sol y la Pirámide de la Luna (Figura 2).

Xalla se encuentra ubicado en la sección NE de Teotihuacan, en el cuadrante N4E1 del plano de René Millon (1973), localizado en un emplazamiento privilegiado, este espacio monumental de ca. 55.000 m<sup>2</sup> sólo tiene por delante en área ocupada al Complejo Calzada de los Muertos y la Ciudadela. Este magno complejo cuenta con una larga ocupación, con cinco fases constructivas que iniciarían hacia el siglo II d C. en la fase Miccaotli y finalizaría en 550 d.C., al final de la fase Xolalpan, con episodios de iconoclasia e incendio del complejo (Manzanilla Naim 2008; Manzanilla Naim *et al.* 2003). El palacio fue reocupado posteriormente por grupos epiclásicos y aztecas (Manzanilla Naim, 2008).

El conjunto posee una prolongada historia de ocupación ya que de acuerdo al Proyecto *Teotihuacan Mapping Project* de Millon y asociados (1973) Xalla está enclavado en uno de los sectores prístinos de la ciudad, proponiéndolo como sede de gobierno durante la

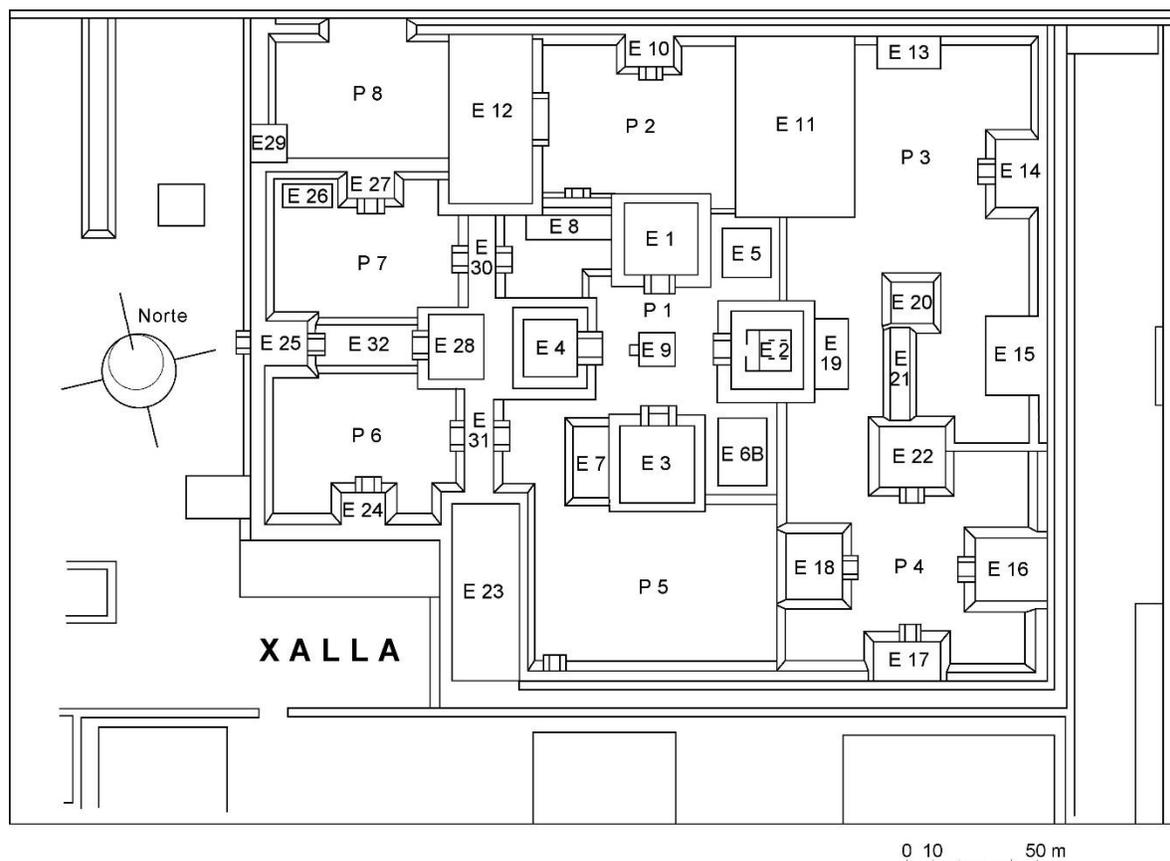
fase Tzacualli, sin embargo, los datos arqueológicos sitúan las primeras ocupaciones en torno a ca. 150 d.C. (Manzanilla Naim & López Luján, 2001b, p. 3)



**Figura 2.** Planimetría de Teotihuacan con la ubicación de Xalla entre la Pirámide del Sol y la Pirámide de la Luna. Modificado a partir de Murakami, 2016:64.

Uno de los rasgos que sobresalen de Xalla es la localización del complejo, se encuentra ubicado entre dos de los principales monumentos de la ciudad y en línea recta a 235 m. de la Calzada de los Muertos desde su fachada oeste. Esta localización privilegiada contrasta con el nivel de privacidad que posee el conjunto, los trabajos de prospección

realizados por el proyecto *Teotihuacan. Élite y Gobierno: excavaciones en Xalla* (Linda R. Manzanilla Naim), en el área que circunvala el conjunto, revelan la total ausencia de otras construcciones. A esto se le suma el hecho de que Xalla cuenta con un muro masivo que limita el complejo de 3 m. de espesor con paso de ronda, únicamente interrumpido por dos accesos; el principal es una escalinata estrecha ubicada en el centro de la fachada occidental y el segundo acceso es una apertura más amplia en la fachada norte (Manzanilla Naim et al. 2005, pp. 200-202; Manzanilla Naim, 2008). Xalla se caracteriza también por su monumentalidad, el conjunto se articula a partir de espacios abiertos (plazas de tamaño promedio), un total de ocho plazas, a partir de los cuales se encuentran un total de 29 edificaciones (Figura 3).



**Figura 3.** Planimetría de Xalla. Fuente: " Proyecto Teotihuacan: Élite y Gobierno. Excavaciones en Xalla" (Linda R. Manzanilla, redibujado de Millon, 1973).

El centro del conjunto lo conforma una plaza de 730 m<sup>2</sup> (P1) con un templo en el centro (E9) a cuyos lados, a semejanza de la flor de cuatro pétalos tan recurrente en Teotihuacan, se sitúan cuatro basamentos piramidales en cuya cúspide se encontraban

sendos recintos con un pórtico de acceso y el cuarto principal (E1, E2, E3, E4) (Manzanilla Naim, 2008). Los estudios químicos llevados a cabo por Laura Bernal Gutiérrez (Bernal Gutiérrez, 2005) revelaron patrones diferenciados en las estructuras 4 y 3, quizás relativos a rituales de distinta índole, por su parte las estructuras 1 y 2 muestran patrones químicos hacia lo que habría sido el interior de los recintos, quizá referidos a rituales de mayor privacidad (Manzanilla Naim, 2009c, p. 293).

Alrededor del sector central del conjunto, dedicado a las áreas de ritual y ceremonia, se disponen el resto de los espacios abiertos. El sector oriental tiene tres grandes plazas y podría estar dedicado a las áreas de acceso, almacenamiento y administración, mientras que la franja oriental es la que se propone como la más privada del conjunto con una posible función residencial, aunque estos planteamientos todavía se encuentran por comprobar.

Unida a la monumentalidad del conjunto arquitectónico, se encuentra la compleja configuración de los espacios interiores del complejo, pudiendo responder esta articulación a las características de un palacio multifuncional (Manzanilla Naim & López Luján, 2001b, pp. 3-4). La posibilidad de que la planimetría de Xalla obedezca a las necesidades propias de un palacio multifuncional se ve reforzada por las evidencias de producción artesanal que se han encontrado en el conjunto. Las investigaciones llevadas a cabo por Edgar A. Rosales de la Rosa (2004, 2011) y Gilberto Pérez Roldan (2005) han documentado producciones artesanales de mica y de industria ósea, proponiendo las plazas 5 y 2 como espacios dedicados a la producción artesanal. Por último, en Xalla se documenta la presencia de ricas pinturas murales a partir de una trinchera de saqueo realizada en los años setenta en una de las estructuras de la plaza 2 (E11).

Los restos materiales se recuperaron durante el desarrollo del *Teotihuacan Mapping Project* (Millon, 1973) corresponden fragmentos de braseros, gran cantidad de mica y piedra verde. Las excavaciones realizadas por Linda R. Manzanilla han revelado igualmente objetos suntuarios de piedra verde, ofrendas de malacofauna, entre ellas *Spondylus princeps* y *Chama echinata*, con terrones de color amarillo, esculturas policromadas con iconografía alusiva al jaguar y al Dios de las Montañas, así como numerosas almenas decoradas con colores rojos, rosas, blancos y verdes (Manzanilla Naim, 2013, 2014a).

Resulta permitiente por la temática del presente trabajo traer a colación de manera sucinta los resultados de las investigaciones de Rosales de la Rosa (2004, 2011) y Pérez Roldán (2005) en materia de producciones artesanales llevadas a cabo en Xalla. Las pesquisas de Rosales de la Rosa resultaron en la documentación de un sistema de almacenamiento, 27.103 kgs, y producción de diversos objetos en mica obtenida a través de las relaciones de Teotihuacan con el estado zapoteca. Se registró una gran cantidad de materia prima, industria lítica de obsidiana para trabajar la mica, objetos en diversas fases productivas y objetos finalizados como rodela de distintos tamaños para incensarios de tipo teatro o en diversas formas geométricas que pudieron haber sido empleadas en la confección de los atavíos de la élite (Rosales de la Rosa 2004, 2011).

Por su parte Pérez Roldán documenta una amplia gama de útiles en hueso en distintas fases de producción, destinados a artesanías como la carpintería, la lapidaria -cindeles, percutores y punzones-, la sastrería como agujas para coser mantas de algodón (con puntas cortantes), la alfarería. En suma, la investigación de Pérez Roldán (2005) concluye proponiendo que la industria ósea en Xalla estaba en manos de un grupo de especialistas posiblemente adscritos a la élite del conjunto. En este sentido, la presencia de trabajadores contratados por la élite de palacio es una característica de la producción artesanal adscrita, producción que se encuentra controlada y administrada directamente por el Estado (Manzanilla Naim, 2009c, p. 293).

Las características de Xalla descrita en los párrafos anteriores, así como las investigaciones que se han realizado sobre el complejo y algunos de los materiales hallados, refuerzan la idea de que Xalla habría sido un complejo palaciego multifuncional donde se llevaban a cabo diversos rituales en la plaza principal del conjunto y donde se ha documentado una intensa actividad artesanal en dos sectores concretos, así como estructuras que muestran claros indicios de almacenamiento de materias primas (Manzanilla Naim, 2008; Manzanilla Naim et al. 2017).

#### *Descripción de los contextos arqueológicos de los materiales*

En la sección que aquí comienza, se realiza una descripción más detallada de aquellos contextos –plazas y edificios- en los que se documentan los materiales arqueológicos objeto del presente trabajo de investigación. Las excavaciones llevadas a cabo en el conjunto arqueológico de Xalla desde el año 2000 por Linda R. Manzanilla Naim se han centrado en la sección central del complejo, plazas 1, 2 y 5, por lo que la mayor parte de los materiales arqueológicos estudiados tienen su contexto en esta área.

### Plaza 1

La plaza 1 corresponde al espacio abierto principal de Xalla, siendo éste el espacio ritual principal del conjunto. Este espacio abierto de 730 m<sup>2</sup> presenta cinco edificios de función todavía incierta, la Estructura 9 ocupando el espacio central de la plaza y cuatro basamentos piramidales con sus respectivos recintos en la cúspide, a cada uno de los lados de la plaza; al norte la Estructura 1, al sur la Estructura 3, en el costado este la Estructura 2 y en el costado oeste la Estructura 4.

*Estructura 9.* La estructura central de la Plaza 1, en su última etapa constructiva posee una planta cuadrada (14x14 m) con una escalinata de tres escalones con alfardas en su costado occidental. Las excavaciones llevadas a cabo en el templo revelaron cinco etapas constructivas, incluyendo una ocupación post-teotihuacana que dejó su marca a través de una trinchera de saqueo. Las etapas de construcción que se observaron permiten ver el desarrollo en tamaño y complejidad de la construcción, siendo una estructura con cinco etapas constructivas. La estructura inicia como un sencillo altar de lodo sobre el piso de tepetate y finalizando en la quinta etapa, la que contaba con un templo almenado, cuya tercera etapa estaba pintada de verde en el interior y rojo en el exterior. Es en la etapa III es cuando mejor se observa la evolución en cuanto a complejidad e importancia de la estructura en el conjunto, pasando de ser un altar a un templo, con un gran cuarto sin pórtico con estelas de piedra verde al fondo (Manzanilla Naim, 2008; Manzanilla Naim & López Luján, 2001b).

*Estructuras 1, 2, 3 y 4.* Este cuarteto de estructuras poseen la misma configuración, ya que cada una de ellas corresponde a un basamento piramidal con un recinto en su cúspide, con una altura total aproximada de más de cuatro metros. Cada uno de los basamentos cuenta con una escalinata de acceso en los costados que dan a la plaza principal y que dan acceso a los recintos de las estructuras. Los cuatro recintos cuentan una planimetría similar, se conforman por dos espacios, un pórtico de acceso que precede a un amplio cuarto con pilastras. Es en estos cuartos donde cada una de las estructuras presenta su particularidad, ya que en cada una de ellas se encontraron restos de esculturas de distinta iconografía, mostrando quizás a las deidades a las que estaban dedicados (Manzanilla & López Luján, 2001b, 2002, 2003; Manzanilla Naim, 2008).

La Estructura 1 presentó materiales con iconografía del Dios del Fuego y figurillas de cerámica con la representación de mujeres encintas. Por su parte, la Estructura 2 correspondería a un recinto dedicado al Señor de las Tormentas, deidad denominada como Tláloc entre los grupos nahuas del Posclásico, ya que se documentan incensarios y estelas con iconografía característica. La fachada de la Estructura 2, la que limita la plaza central por el este mostró una decoración en piedra tallada entre la que destaca figuras de felinos emplumados con elementos florales a los lados, algunos mostrando una rica policromía (Manzanilla Naim, 2008, p. 126).

En la estructura que cierra la Plaza principal (P1) por su lado sur, la Estructura 3, se recuperó en el cuarto principal del recinto (C1) una escultura antropomorfa fragmentada de mármol que presenta representaciones de flechas en un muslo y en un pie (Manzanilla Naim, 2008, P. 126). La interpretación iconográfica de esta escultura cuenta con dos propuestas: la propuesta de López Luján y colaboradores (López Luján, Fash, Fash, & Hernández, 2006) en la que se estaría representado a un cautivo sacrificado mediante el ritual del flechamiento, o la interpretación propuesta por Manzanilla Naim de que se trataría de una representación de una deidad, la del Señor de las Montañas.

Por último, la estructura que cierra la plaza por el oeste, E4, presentó ofrendas fundacionales realizadas con cuentas de jadeíta original del área maya, conchas *Spondylus* y un caracol del Caribe, sin embargo, no presenta iconografía que haya podido interpretarse (Manzanilla Naim, 2008, p. 126).

### Plaza 1a

El espacio arquitectónico denominado como P1A se ubica en la esquina sureste de la Plaza 1 de Xalla, adosada a la fachada este de la Estructura 3 de la Plaza 1. Este espacio todavía presenta incógnitas en lo relativo a su funcionalidad y la relación que pudo haber tenido con el espacio principal de Xalla, la Plaza 1.

Este espacio está bordeado al oeste por varias unidades arquitectónicas, denominadas E3A, E3C, E3E, E6A y E6B. El sector E3E corresponde a una plataforma adosada a la Estructura 3 con varios cuartos y pórticos, mientras que la E6B está edificado sobre un gran relleno de E3 por lo que sería una estructura tardía, quizás de la fase Metepec. La E6B está conformada por un patio elevado con un muro delgado de 40 cm en su lado norte.

### Plaza 2

La Plaza 2 se sitúa en la parte septentrional de la sección central de Xalla, al norte de la Plaza1, y consta además del espacio abierto de tres estructuras, las Estructuras 10, 11 y 12. En esta área del conjunto palaciego se han realizado algunos pozos de sondeo en la plaza y excavaciones extensivas en las Estructuras 11 y 12 (Manzanilla Naim, 2004; Manzanilla Naim & Lopez Lujan, 2002).

*Estructura 12.* Es la estructura que cierra la Plaza 2 por el oeste y se configura como una plataforma de planta rectangular masiva y elevada. A partir de los estudios de prospección realizados mediante técnicas geofísicas como el georradar o la resistividad eléctrica, se propuso la existencia de un cuarto central (C1) pero las excavaciones revelaron que nunca existió un piso. En las varias áreas de actividad que fueron registradas durante el proceso de excavación de recuperaron una gran cantidad de materiales como terrones de diversos

colores, objetos en concha, nácar, gran cantidad de mica, restos cerámicos e industria ósea de diversa tipología. Dada la cantidad de materias primas recuperadas se plantea que esta estructura hubiera estado destinada al almacenamiento de recursos suntuarios (Manzanilla Naim y López Luján 2003, 2004). Más tarde se propuso que se trata de un túmulo ritual, en el que en tiempos Xolalpan se atesoró mica de Oaxaca (Manzanilla Naim et al. 2017; Manzanilla Naim, 2008).

#### Plaza 4

La Plaza 4 se encuentra en la sección oriental de Xalla (P3 y P4), al sureste de la Plaza 1 y junto al lado oriental de la Plaza 5. Este espacio podría corresponder al área de mayor privacidad del conjunto, pudiendo estar destinada al área residencial del conjunto, hipótesis todavía por confirmar. Este espacio abierto de planta cuadrada tiene a cada uno de sus lados una estructura, al sur la Estructura 17, al oeste la estructura 18, al norte la Estructura 17 y al este la Estructura 16 (Manzanilla Naim & López Luján, 2001b, p. 4).

#### Plaza 5

Este espacio abierto es uno de los de mayor tamaño del complejo, situándose en la parte meridional de la sección central de Xalla. La Plaza 5 se delimita en su lado norte por la Estructura 3 y la Estructura 3E3 y E6B, en su costado sur la cierra el muro perimetral con paso de ronda del conjunto, al este la Estructura 18 y la cierra por el oeste la Estructura 23. Esta plaza se ha propuesto como el área dedicada a las actividades artesanales que se llevaron a cabo en el conjunto, ya que se han recuperado una gran cantidad de fragmentos cerámicos, algo que contrasta con el resto de Xalla, áreas de manufactura de industria ósea (Pérez Roldán, 2005), restos de mica trabajada y en bruto (Rosales de la Rosa, 2004) y secciones con restos de materias colorantes rojas en el piso y multitud de restos color. En esta plaza se registraron varias de áreas de actividad con evidencias de actividad artesanal de todo tipo, apareciendo asociados a instrumental de lítica pulida como manos y metates con restos de color, terrones de color rojo, naranja o verde, multitud de objetos de industria ósea finalizados y en proceso de manufactura, objetos para el trabajo lapidario, y restos

relacionados con el trabajo artesanal de la mica (Manzanilla Naim y López Luján, 2001b, 2002).

*Estructura 33.* Esta estructura se encuentra ubicada en el lado norte de la Plaza 5. En esta sección de la plaza se detectó mediante técnicas de prospección geofísica ocho espacios delimitados por muros paralelos de tepetate y adobe en sentido este-oeste. No se conoce la longitud de cada uno de los espacios, -C1-2, C3, C4, C7A/C7B, C6 y C5 ya que durante los trabajos de excavación no se localizaron muros que cerraran estos espacios. Resulta de especial interés el Cuarto 4, el más septentrional de los ocho, en el cual se documentó restos de material colorante rojo sobre el nivel de ocupación. Este conjunto de espacios y muros de adobe y piedra se asemeja en cuanto a configuración, técnica constructiva y materiales de construcción, al área dedicada a la producción de atavíos en Teopancazco, lo que permite plantearse la posibilidad de que estos espacios estuvieran dedicados a albergar diferentes actividades artesanales (Manzanilla Naim, 2012a; Manzanilla Naim & Lopez Lujan, 2002).

### CAPÍTULO III. MATERIALES DE ESTUDIO

En el presente capítulo se realiza una descripción de los materiales arqueológicos que se han examinado en la presente investigación. Todos ellos han sido recuperados en el marco de las excavaciones llevadas en Xalla desde el año 2000 hasta la actualidad por el Proyecto *Teotihuacan. Elite y Gobierno. Excavaciones en Xalla* dirigido por Linda R. Manzanilla Naim.

EL capítulo se estructura de la siguiente manera: en la primera sección del capítulo se realiza una descripción general de los materiales arqueológicos que presentaron restos de color, dejando el segundo y último apartado a la recopilación de información sobre el color en Xalla obtenida de la fase 1 del protocolo arqueométrico, el análisis superficial y la toma de muestras.

Los materiales con restos de color examinados presentan una gran heterogeneidad, puesto que se han revisado instrumentos líticos de diversas tipologías, restos de materiales colorantes de distintos cromas, pedazos de estuco coloreado, ofrendas de malacofauna con núcleos de color, fragmentos de cerámica, así como multitud de objetos líticos de función específica hasta el momento incierta. Con todo, el total de objetos arqueológicos revisados asciende a 236 piezas, de las cuales se obtuvieron 101 muestras de color (Anexo I, p. 276-288).

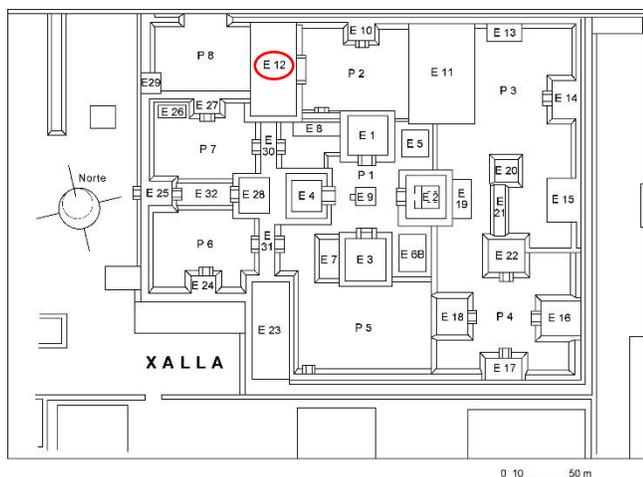
#### i. Materiales arqueológicos

Los vestigios de color han sido documentados en una amplia variedad de soportes y consistencias. El color se encuentra preservado en restos de elementos arquitectónicos como ixtapaltetes<sup>11</sup> o rebordes de estuco pintado de rojo, en una amplia variedad de instrumentos de lítica pulida como metates, alisadores o pulidores, en fragmentos de pintura mural con un intenso rojo de matiz guinda y por último, como terrones o núcleos de material colorantes que presentan una rica variedad cromática con varios tonos de rojo, verdes y

---

<sup>11</sup> Los ixtapaltetes son lajas planas rectangulares, que en la construcción teotihuacana funcionaban de soporte para el tablero y las molduras.

naranjas. De manera extraordinaria, se contó entre el material arqueológico analizado con una ofrenda malacológica, hallada en la Estructura 12 de la Plaza 2 (Figura 4), constituida por dos especies marinas halladas en Xalla (*Spondylus princeps* y *Chama echinata*) que presentaron sendas aglomeraciones de material colorante amarillo.



**Figura 4.** Planimetría de Xalla. En rojo ubicación de la ofrenda malacológica con restos de color amarillo. Fuente: *Proyecto Teotihuacan: Élite y Gobierno. Excavaciones en Xalla* (Linda R. Manzanilla, redibujado de Millon, 1973).

Tal como se ha descrito en el capítulo anterior, el complejo de Xalla se encuentra organizado a partir de una serie de espacios abiertos o plazas rodeados de estructuras arquitectónicas de distinta índole y función. Los materiales examinados provienen principalmente de las diversas estructuras ubicadas en el sector central del conjunto, concretamente de la Plaza 1, Plaza 2 y Plaza 5, y en menor medida en la Plaza 4 en el sector oriental de Xalla (Figura 4). El hecho de que Xalla no haya sido excavado en su totalidad, propicia que la información que puede obtenerse de la distribución y densidad de los materiales arqueológicos sea sesgada, por lo que este hecho se tendrá en cuenta en la sección de discusión e interpretación de los capítulos siguientes. En cuanto al contexto cronológico de los materiales arqueológicos revisados se les asigna una temporalidad mediante estratigrafía que ocupa las fases Tlamimilolpa Tardío-Xolalpan (250-550 d.C.)<sup>12</sup>.

Con todo, a partir de la revisión de los materiales arqueológicos de los que se obtuvieron muestras de color, éstos han sido organizados en tres grupos: (1) artefactos líticos, en el que se encuentran objetos de diversa tipología y función como manos y metates, posibles morteros y manos de mortero, machacadores y percutores o lajas e ixtapaltetes, (2) núcleos de color y (3) miscelánea, grupo que amalgama una amplia variedad de objetos que se presentan en bajas cantidades y a los que no se les ha podido asignar una tipología o

<sup>12</sup> Conversación personal L. R. Manzanilla.

funcionalidad específica. En cada uno de los grupos se describirán las características generales de los materiales, incidiendo en las características que presentan los restos de color y describiendo aquellos contextos donde se reportan áreas de actividad.

a) Artefactos líticos

En el contexto de la presente investigación, el análisis metódico de laboratorio del instrumental lítico resulta fundamental para comprender su relación con el uso y producción de los materiales colorantes en Xalla. Dado que uno de los objetivos de la investigación realizada es comprender los diferentes usos de los instrumentos asociados a la producción de color y su posterior uso, se analizaron para cada material ciertos parámetros como el contexto arqueológico de procedencia, la tipología del artefacto, la materia prima con la que se elaboró, sus dimensiones y peso y la identificación de restos de pigmento y estuco. Se ha tenido como referencia en cuanto a tipología y terminología para el instrumental lítico la dada por el Proyecto *Teotihuacan: Élite y Gobierno. Excavaciones en Xalla* (Dra. Linda R. Manzanilla Naim) y el trabajo de García Cook (1967) para aquellas piezas que no poseían tal información.

*-Metates/metlapiles*

Metlapiles y metates conforman una unidad integral, ambos constituyen un artefacto que podríamos denominar dual, en el que el metlapil (por su etimología del náhuatl *metlapilli*, de *metatl*: metate y *pilli*: hijo, “hijo del metate”) tendría un rol de agente activo y el metate poseería el rol pasivo en el proceso de molienda, siendo ésta su principal función, el machacado, triturado o molienda fina de vegetales. Sin embargo, estos objetos líticos elaborados comúnmente en piedra volcánica, también fueron utilizados por los teotihuacanos en la elaboración de colores, los denominados en el Posclásico de la Cuenca de México como *tlapaltexoni*, palabra náhuatl para designar a aquellas “piedras para moler colores” (Báez Pérez, 2002; García Cook, 1967; Rodríguez-Yc, 2013; Ruiz Aguilar, 2007).

Las manos y metates revisados durante el trabajo de laboratorio suman un total de 28 objetos arqueológicos, de los cuales doce corresponden a fragmentos de metlapiles y los 16 restantes correspondientes a fragmentos de metate (Figura 5).



Figura 5.1. Fragmento de metate cerrado con soporte (81760). Vista inferior.



Figura 5.2. Fragmento de metate cerrado con soporte (81760). Vista superior.



Figura 5.3. Fragmento de metate cerrado ápodico (19926).



Figura 5.4. Fragmento de metlapil largo de sección cuadrangular (21136). Nótense restos de material rojo y blanco



Figura 5.5. Fragmento de metlapil alargado de sección ovalada (60796). Leves restos de rojo en la parte medial del objeto



Figura 5.6. Fragmento de metlapil alargado de sección ovalada (60796) con restos de polvo naranja en sus poros.

**Figura 5.** Ejemplos de tipologías de metates y metlapiles examinados y muestreados.

Del total de manos y metates se tomó muestra de 28 objetos, resultando del proceso de muestreo un total de 25 muestras, 14 de metates y 10 de manos. Esta categoría de instrumentos se encuentra realizada en rocas de origen volcánico bien porosas o bien densas, pudiendo corresponder a basaltos o andesitas en comparación con otros instrumentos similares en Teotihuacan (i.e. Gómez Chávez & Gazzola, 2011; Manzanilla, 1993; Sánchez Morton, 2013) (Tabla 6).

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Ref. muestra
Frag. mano	82811	P1A, E6B, R2-R4	13998	Si	IL62A
Frag. mano	82886	P1A, E3E, Capa 1g-1h	14019	Si	IL63A
Mano	80771	P2, E12, C1, R37, AA98, ap.10	13403	Si	IL8A
Mano	60796	P4	-	Si	P14A
Mano	21136	P5, capa 1c-1d	-	Si	P16A
Mano	52938	P4, capa 1i-1j	-	Si	-
Mano	82825	P1A, E6B, R6	14003	Si	IL64A1 IL64A2 IL64A3
Mano	82809	P1A, E6B, R2-R4	13996	Si	-
Frag. mano	83037	P1A, E3E, capa 1i-1l	14062	Si	IL65A
Frag. mano	81244	P2, E12, capa 1b	13484	Si	IL13A
Frag. mano	81390	P2, E12, C2, R11	13510	No	-
Frag. mano	78821	P1, E1, C1, R12, AA78	12826	No	-
Frag. metate	79658	P1A, E6B, R2	13013	Si	IL32A1 IL32A2
Frag. metate	31570	P5, capa a-b	-	¿?	IL39A1 IL39A2
Frag. metate	23510	P1, E9, R5-6	-	Si	IL40A1 IL40A2
Frag. metate	19926	P1, E2, capa 1a-b	-	?¿	IL41A1 IL41A2

Frag. metate	62824	P1, E1, C1, R3	8944	Si	IL42A1 IL42A2
Frag. metate	29577	P1, E4, capa 1q-r	-	?¿	IL44A
Frag. metate	37108	P1, E2, capa 1g-h	4534	?¿	IL45A
Frag. metate	82385	P1A, E6B, R5-R6	13810	Si	IL53A
Frag. metate	83200	P1A, E3A, C2, R2, AA105, piso 1E	14105	Si	-
Frag. metate	81422	P2, E12, C2, R13	13515	No	-
Frag. metate	81760	P1A, E6B, R6-R7	13632	Si	-
Frag. metate	79469	P1A, E3A, C2, R2, AA105, piso 1E	12956	No	-
Frag. metate	30800	P1, E2 (fachada este), capa 1a- 1b	-	No	-
Frag. metate	49647	P4	6264	Si	IL43A
Frag. metate	52940	P4, capa 1j	7015	No	-
Frag. metate	67644	P1, E1, C1, R1, AA78	10201	No	-

**Tabla 6.** Listado de objetos del grupo de manos y metates.

En lo relativo a la tipología de manos y metates, aquellas manos que han podido ser categorizadas corresponden a manos cortas, aquellas que actúan junto con los metates cerrados y posiblemente empleando una sola mano, y manos alargadas, empleadas en metates abiertos y cuyo tamaño implica el uso de ambas manos. De la familia de las cortas se ha podido categorizar dos manos (80771); una correspondiente al tipo abultado, por la relación entre la anchura del artefacto y el espesor del mismo (García Cook, 1967:112) y otra

abultada de sección ovalada (82886). En la familia de las manos alargadas ha sido posible identificar tres tipos, establecidos a partir de la forma del corte transversal del artefacto, a saber, ovalada (60796, 81244, 82825) y cuadrangular (21136) (Figuras 5.4, 5.5 y 5.6).

En cuanto a los metates, éstos se han presentado en todos los casos como fragmentos generalmente de las esquinas de los objetos, siendo estos categorizados en función de la forma que presentan sus lados o extremos. Los 16 fragmentos examinados son en su mayoría de la familia de los metates de lados abiertos y superficie de trabajo cóncava, dato que coincide con la mayor presencia de manos alargadas, presentando sólo uno de ellos sus lados cerrados (81760) (Figura 5.2). Para determinar en mayor o menor medida la morfología de los metates revisados se atendió a la forma de los fragmentos correspondientes a esquinas, siendo en la mayoría de los casos ovalados irregulares sin líneas rectas, presentando sólo uno una morfología rectangular (81760). De los 16 fragmentos tres de ellos presentaron un soporte de forma cilíndrica o cuadrangular, sin ser posible determinar si se trataría de metates con dos, tres o cuatro soportes (81760) (Figura 5.1).

Esta categoría de materiales presenta una amplia variedad de contextos arqueológicos, mostrando una amplia difusión por todo el sector central de Xalla –P1, P1A, P2 y P5. De forma minoritaria estos instrumentos se han registrado en el sector oriental del conjunto -P4-, aunque como se indicó anteriormente, esto respondería a que las excavaciones en Xalla se han centrado por el momento en la sección central del conjunto. En cuanto a las estructuras arquitectónicas en las que se registran estos materiales son los recintos situados en la plaza principal (P1) del conjunto –E1, E2 y E4-, en el área adyacente a la fachada este de la Estructura 3 de la plaza central, constituida por las estructuras 6B, 3E y 3, conectadas directamente a la plaza principal, y en la plaza septentrional del sector central de Xalla, la Plaza 2, en la Estructura 12.

De la Estructura 1 proviene un fragmento de metlapil (78821) sin restos de color y dos fragmentos de metate (62824, 67644), el primero de ellos con restos de color anaranjado y del que se tomaron dos muestras (IL42A1, IL42A2). Estos tres artefactos se recuperaron del cuarto principal (C1) del recinto situado en la cima de la estructura entre los materiales de

los rellenos. Dos de los artefactos se recuperaron en el área de actividad 78, consistente en una fosa de saqueo.

Los artefactos recuperados en la Estructura 2 de Xalla, el basamento con un recinto situado al este de la plaza principal, corresponden a tres fragmentos de metate (19926, 37108, 30800) recuperados en los niveles superficiales de la estructura. Se tomó muestra de la superficie de trabajo de dos de los tres fragmentos de metate, obteniendo tres muestras para su posterior análisis (IL41A1, IL41A2, IL45A). De la Estructura 4, basamento con recinto situado en el lado occidental de la plaza central de Xalla, proviene un fragmento de metate (29577) sin restos aparentes de color, pero del que se decidió tomar muestra (IL44A) por si bajo microscopía óptica pudieran observarse restos de material colorante. Uno de los fragmentos de metate (23510) se recuperó entre los materiales de relleno de la Estructura 9, el templo situado en el centro de la Plaza 1, el cual preservaba restos de color amarillo en su superficie de trabajo y del que se extrajeron dos muestras para su posterior análisis arqueométrico (IL40A1, IL40A2).

La plaza 1A, conformada por distintas unidades arquitectónicas como la Estructura 3E, la Estructura 6B y la Estructura 3A, es el área que mayor número de objetos ha proporcionado. En este conjunto de estructuras de función todavía incierta, dos fragmentos de mano (82886, 83037) fueron recuperados en las capas superficiales previas a los muros, mostrando ambas manos restos de dos tonos de rojo, uno de ellos con restos de consistencia polvorosa (IL63A) y el otro con aspecto de pasta seca (IL65A). Entre los rellenos de las estructuras se recuperaron tres fragmentos de metate (81760, 82385, 79658) con restos de color rojo de varias tonalidades, dos manos completas (82825, 82809) con restos notables de material colorante rojo y amarillo, y un fragmento de mano (82811) con restos de color amarillo.

En la Estructura 3E se recuperaron del área de actividad 105, localizada en el Cuarto 2 de la Estructura 3E, sobre el piso 1E, dos fragmentos de metate (83200, 79469), uno de ellos con restos muy débiles de coloración roja. El área de actividad 105 consiste en una fosa de saqueo situada en la ladera oriental de la Estructura 3 en cuyo interior se halló cerámica, lítica, mica cortada, pizarra, estuco pintado, piedra labrada, fragmentos de aplanados y

argamasa, fragmentos distales de puntas, fragmentos de piedras de molienda, caritas y torsos de figurillas cerámicas y una laja con borde redondeado.

De la Plaza 2 de Xalla todos los materiales provienen de la Estructura 12, plataforma rectangular elevada situada en la cara oeste de la plaza. Los objetos recuperados se documentaron tanto en los niveles superficiales, un fragmento de mano (81244) con restos tenues de color rojo anaranjado, como de las dos zonas documentadas en la parte central de la estructura, "Cuarto 1 y Cuarto 2". En estos espacios se recuperó un fragmento de mano (81390) y un fragmento de metate (81422), ambos sin restos de color. De esta estructura destaca por su contexto una mano completa (80771) recuperada en el área de actividad 98, localizada sobre el apisonado 10 de la zona C1, asociada a tierra con ceniza y carbón en la que se recuperaron varios moluscos marinos (*Spondylus princeps* y otras) y objetos diversos como puntas de proyectil, pizarra pintada, placas de mica, cuentas triangulares o un cuchillo bifacial. Todo ello parece responder a parte de una ofrenda debido a la similitud que guarda con los objetos asociados a otros contextos rituales documentados en Xalla.

Los materiales recuperados en la Plaza 5 y en la Plaza 4 de Xalla provienen de capas superficiales de las distintas calas de sondeo llevadas a cabo. Los objetos se constituyen por cuatro fragmentos de metlapiles alargados (60796, 21136, 52938) con restos claros de color amarillo y naranja, y dos fragmentos de metate (31570, 49647, 52940) sin muchas evidencias de color, ya que tan sólo uno de ellos (49647) evidenció restos de material colorante amarillo.

En los metates los restos de color son por lo general poco apreciables, sin embargo, mediante un examen minucioso de la superficie de trabajo y el rascado de los pequeños poros de ésta, pudieron apreciarse a simple vista restos de pasta colorada de tonalidades rojizas, anaranjadas y amarillas-ocre. Por su parte, los metlapiles mostraron mayores evidencias de color. Tanto en metates como en metlapiles los restos de material colorante se presentaron en dos apariencias generales en todos los instrumentos, bien como aglomeraciones con un aspecto semejante al de pasta seca de distintos colores o bien como polvo acumulado en los poros de las superficies de trabajo de los instrumentos.

*-Morteros y manos de mortero*

Los morteros y las manos se pueden definir como un elemento integral al igual que sucede con manos y metates. El mortero actúa como agente pasivo en la función de molienda por percusión o rotación y la mano de mortero actúa como agente activo en la molienda por percusión o rotación (García Cook, 1967:106).

Entre los materiales revisados se cuenta con un total de seis artefactos elaborados en piedras volcánicas porosas, cuatro de los cuales son manos de mortero y los otros dos corresponden a fondos de vasijas de piedra volcánica porosa que podrían corresponder a fragmentos de morteros. El total de muestras obtenidas de esta categoría de instrumentos, cuatro (P12A, IL34A, P13A, IL30A), corresponde a restos de color conservados en las manos de mortero (Tabla 7).

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Muestra
mano de mortero	49745	P1, E3, C1, R3	6260	Si	P12A
mano de mortero	79477	P1A, E6B, capa 1D-1E	12961	Si	IL34A
mano de mortero	53876	P5, E33, C1-C2, R6	-	Si	P13A
mano de mortero	79746	P1A, E6B, R3	13052	Si	IL30A
Posible frag. mortero	76894	P1A, E6B, R2	12507	Si	-
Posible frag. mortero	76877	P1A, E6B, R2	12504	Si	-

**Tabla 7.** Listado de objetos del grupo de manos de mortero y morteros.

En cuanto a la clasificación tipológica de los objetos arqueológicos, se pudo definir el tipo de tres de las cuatro manos de mortero a partir de la forma general del artefacto. Los tipos definidos son dos, el tipo esferoidal (53876) y el tipo fungiforme (49745, 79477), siendo éste último el más representativo (Figura 6). En lo relativo a los dos fragmentos de piedra pulida que han sido considerados como posibles morteros, éstos correspondían a el fondo de vasijas pétreas en el que en uno de ellos (76877) presentaba restos de lo que pudieran haber sido las paredes de la pieza, sin embargo, la fragmentación de las piezas no hizo posible que se asociara a alguna tipología o morfología concreta.

Los contextos arqueológicos de distribución de esta categoría de instrumentos se encuentran en el sector central de Xalla, en la Plaza 1, la Plaza 1A, en la sección central del conjunto, la Plaza 5 al sur y la Plaza 2 al norte. Tal y como pasa con la categoría de metates y

metlapiles, la distribución de los objetos es amplia por el conjunto, teniendo en la Plaza 1A la mitad de los instrumentos recuperados en las campañas de excavación.



**Figura 6.** Ejemplos de manos de mortero de tipología fungiforme. Izq. (49745), dcha. (79477).

En la plaza central de Xalla, P1, se contextualiza una de las manos de mortero examinadas (49745). El contexto específico de la pieza es el Cuarto 1 del recinto situado en lo alto del basamento piramidal E3, documentándose el objeto entre los materiales de relleno del cuarto.

Del área P1A, situada al oriente de la Estructura 3, Estructura 6B provienen dos de las manos de mortero y los dos posibles restos de morteros. En cuanto a las manos de mortero, la primera pieza (79477) corresponde al fragmento de un mango de mortero recuperado en las capas superficiales de la unidad arquitectónica, la cual conservaba restos tenues de color amarillo ocre en uno de sus extremos distales, cerca la fractura de la pieza; en cuanto a la segunda (79746) es una mano de mortero del tipo fungiforme con restos leves de color amarillo ocre en la superficie de trabajo, recuperada entre los materiales de relleno de la estructura. Por su parte, los dos posibles morteros provienen de los materiales de relleno de la Estructura 6B y en ambos, los restos de color se observaron en las paredes de los fragmentos de vasija, en las proximidades de los restos de labio que se conservaron. Los restos de color observados en los dos fragmentos de vasijas líticas son amarillo ocre (76894) y rojo (76877).

Por último, del gran espacio abierto situado en la parte meridional del sector central de Xalla, la Plaza 5, proviene una mano de mortero de tipología esferoidal (53876) con restos de polvo de color naranja, *5YR reddish yellow*, en la superficie de trabajo, evidenciada ésta por el desgaste diferencial de la pieza. Este objeto se registró en la E33, entre los materiales de relleno de uno de los cuartos delimitados por muros de adobe de este espacio. Los restos de color recuperados fueron de gama cromática cálida, ya que se pudo tomar muestra de un amarillo con consistencia de pasta seiva (IL34A), dos naranjas de consistencia polvorosa (P12A, P13A).

En cuanto a los fragmentos de vasijas de lítica pulida examinados, los restos de color eran ínfimos y muy mezclados con el sedimento por lo que no fue posible la toma de muestras, sin embargo, mediante instrumentos de aumento óptico se pudo determinar restos de color amarillo (76894) y color rojo (76877).

#### *-Machacadores y percutores*

La categoría de machacadores y percutores se forma al ser instrumentos que se pueden emplear para el machacado o desbastado de materias primas de distinta naturaleza y porque ninguno de los dos requiere necesariamente de un agente pasivo dentro de la función para la que pueden ser utilizados. El término machacador es aplicado a piezas que son parte móvil en el proceso de machacado, cuyo empleo es vertical y/o circular, y que se caracteriza porque sus huellas de uso correspondientes se ubican en el sector frontal de uno o ambos extremos distales. Por su parte el término percutor se aplica a instrumentos destinados a percudir sobre un guijarro, un bloque, un núcleo, una preforma, y una herramienta de piedra tallada o en este caso, posibles núcleos de material colorante.

Esta categoría de instrumentos líticos cuenta con un total de ocho objetos, cinco de ellos corresponden a machacadores de distintos tamaños y los tres restantes a percutores. Los machacadores están manufacturados en rocas volcánicas densas en su totalidad mientras que los percutores están realizados en rocas volcánicas porosas. De esta categoría de instrumental lítico, fueron tres los objetos que presentaron restos de color con las

características óptimas<sup>13</sup> para su muestreo, dos machacadores (80927, 75395) (Figura 7) y un percutor (82539), de los cuales se obtuvieron cinco muestras para su posterior análisis arqueométrico (IL4A1, IL4A2, IL4A3, IL23A, IL54A) (Tabla 8).

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Ref. muestra
Machacador	80927	P2, E12, Pasillo Sur E112B, C1, R37	13435	Si	IL4A1 IL4A2 IL4A3
Machacador	75395	P1, capa 1G	12186	Si	IL23A
Percutor	82539	P1A, E3E, capa 1a-1c	13870	Si	IL54A
Machacador	74477	P1, capa 1a		No	-
Machacador	81679	P1A,E6B, R6-R7	13601	No	-
Machacador	81658	P1A,E6B, R4-R5	13592	No	-
Percutor	73433	P1,1a-1b	11682	No	-
Percutor	74264	P1,1F	12424	No	-

**Tabla 8.** Listado de objetos del grupo de machacadores y percutores.

En lo que respecta a las características morfo-tipológicas de los instrumentos, los machacadores presentan diversidad en cuanto a tamaños y similitud en cuanto a morfologías. Son en su mayoría de formas rectangulares con uno de sus extremos distales desgastado y en ocasiones con restos de material colorante. Todos los machacadores revisados se encuentran realizados en piedras volcánicas densas, sin poros, característica que dificultó el muestreo de este tipo de piezas.

Por su parte los percutores presentan una morfología esférica con una característica común, la presencia de una acanaladura en la sección medial de las piezas. La característica anteriormente citada, llevó a la búsqueda de paralelos en la literatura especializada, encontrando objetos con similares características en Teotihuacan y en el Centro de México, por lo que se propone que estos objetos hayan constituido cabezas de martillos para el

<sup>13</sup> Tal como se indicó en la sección de metodología del Cap. 1: Cantidad de color, pureza del color, localización en el objeto de los restos de color, contexto arqueológico del objeto.

desbastado de las materias primas colorantes en bruto (i.e. Castañeda, 1976; García Cook, 1979; Manzanilla, 1993).



**Figura 7.** Gran machacador paralelepípedo con restos de color rojo y amarillo en ambos extremos distales (80927).

Los contextos arqueológicos específicos de machacadores y percutores se concentran en el área central de Xalla, la Plaza 1 y el área P1A, contando además con un instrumento recuperado en la Plaza 2.

De la plaza central del complejo palaciego, P1, provienen cuatro objetos, dos machacadores (75395, 74477) y dos percutores (73433, 74264), todos ellos recuperados de las capas superficiales de sedimento. El primero de los machacadores (75395) conservaba restos de material colorante amarillo en la superficie de trabajo de la pieza, mientras que el segundo de ellos (74477) conservaba una concreción rojiza cubriendo gran parte de la pieza. Por su parte, los percutores examinados no evidenciaron resto alguno de color.

En la esquina sureste de la Plaza 1 de Xalla se sitúa el área P1A, en cuyos espacios E3E y E6B se recuperaron un percutor (82539) y dos machacadores (81679, 81658). Los dos objetos categorizados como machacadores tienen su contexto específico entre los materiales de relleno excavados en la unidad arquitectónica E6B, sin que ninguna de las piezas evidenciara restos de materias colorantes. Por su parte el percutor fue recuperado de

las capas superficiales de la unidad arquitectónica E3E, conservando restos de coloración roja en ambas caras de percusión de la pieza que fue muestreada (IL54A).

La última de las piezas de esta categoría corresponde a un machacador (80927) recuperado de las capas de relleno del área C1, situada en el Pasillo Sur E112B, entre dos subestructuras del túmulo de planta rectangular, E12, que ocupa la cara oeste de la Plaza 2 de Xalla. Éste es el machacador examinado de mayor tamaño y peso, 1,5 kg, de morfología paralelepípeda y que presentó una variada gama de restos cromáticos, en concreto dos tonos de rojo y un amarillo ocre en tanto en la superficie de trabajo de la pieza en uno de sus extremos distales y en la parte medial de la pieza (Figura 7). Junto a los restos de color, también se documentaron durante el examen de la pieza abundantes laminillas de mica en relación con los restos de las materias colorantes. Debido a la profusión de restos de color en la pieza y a las buenas condiciones que presentaban, fue posible tomar tres muestras representativas de la gama cromática de la pieza (IL4A1, IL4A2, IL4A3).

En esta categoría de instrumentos de lítica pulida, los restos de color aparecen en la mayoría de los casos como una capa muy fina de color, siendo pocos los casos en los que se presentan grumos o acumulaciones del pigmento. Debido a lo anterior, la toma de muestras en estos instrumentos se realizó, cuando fue posible, mediante el raspado de una pequeña sección de la superficie de trabajo de la pieza, recogiendo el polvo generado para su posterior análisis.

#### *-Alisadores y pulidores*

Los alisadores y pulidores han sido agrupados puesto que la función de ambos está relacionada. Lo anterior es así puesto que el alisado, realizado con el objetivo de obtener superficies planas y lisas por medio del desgaste o frotamiento en superficies rectas y más o menos planas, es el paso previo al pulido, siendo la función principal de éste el perfeccionar la superficie previamente alisada, dándole un acabado final (Lizárraga & Ortiz Butrón, 1993, p. 448) (Figura 8).

Esta categoría de instrumentos de lítica pulida es la más numerosa de las examinadas ya que cuenta con un total de 91 objetos entre alisadores (62), fragmentos de alisadores (9),

y pulidores (20). Los alisadores y los fragmentos de alisadores están manufacturados en su práctica totalidad de escoria volcánica (tezontle), con solo siete ejemplos elaborados con rocas volcánicas densas. Los pulidores muestran mayor variedad en cuanto a las materias primas, ya que los hay elaborados en tezontle, otros en rocas volcánicas densas, otros elaborados en rocas volcánicas porosas y un caso excepcional elaborado en un material blanco, posiblemente algún compuesto de calcio, y con restos de color rojo (50738).



**Figura 8.** Ejemplos de las tipologías de alisadores examinados y muestreados.

De esta categoría de instrumentos se obtuvieron 32 muestras, 28 corresponden a restos de color conservados en 23 alisadores, una muestra corresponde a un fragmento de alisador y los tres restantes fueron tomadas de tres pulidores (Tabla 9).

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica.	Color	Ref. muestra
Alisador	80131	P2, E12, C1	-	Si	IL5A
Alisador	81076	P2, E12, Pasillo entre E112B y E112A, C1, R38	13468	Si	IL9A1 IL9A2
Alisador	81083	P2, E12, Pasillo entre E112B y E112A, C1, R39, ap.10	13471	Si	IL10A1 IL10A2
Alisador	81084	P2, E12, Pasillo entre E112B y E112A, C1, R39, ap.10	13472	Si	IL11A1 IL11A2
Alisador	80854	P2, E12, pasillo sur E112B, R35	13419	Si	IL12A
Alisador	74864	P1, capa 1d-1e	12090	Si	IL15A
Alisador	76635	P1A, E6, C1, capa 1F, R3	12456	Si	IL16A
Alisador	75870	P1, capa 1D	12377	Si	IL18A
Alisador	75837	P1, capa 1F	12325	Si	IL19A
Alisador	73923	P1, capa 1h	11874	Si	IL21A
Alisador	75741	P1, capa 1E	12270	Si	IL22A
Alisador	77476	P1, E3, C1, R3, AA92	12599	Si	IL25A
Alisador	78021	P1, E3, C1, R13, AA93, ap-1	12677	Si	IL29A
Alisador	79881	P1A, E206B, R2, AA94, piso 3	13087	Si	IL31A
Alisador	79808	P1A, E6B, R3	13071	Si	IL33A
Alisador	79438	P1A, 1I-1R, R1, piso 1	12952	Si	IL35A1 IL35A2
Alisador	79334	P1A, 1d-1D	12925	Si	IL36A
Alisador	79335	P1A, 1d-1D	12926	Si	IL38A
Alisador	82369	P1A, 6B, R5-R6	13802	Si	IL66A1 IL66A2
Alisador	82119	P1A, 6B, R2-R3	13729	Si	IL67A
Alisador	82189	P1A, E6B, R5-R6	13741	Si	IL68A
Alisador	81288	P2, E12, C2, R4	13488	No	-
Alisador	76640	P1, capa 1F	12459	No	-
Alisador	74953	P1, capa 1e	12111	No	-

Alisador	74654	P1, capa 1d-1E	12053	Si	-
Alisador	74975	P1, capa 1E	12123	No	-
Alisador	74655	P1, capa 1d-1E	12054	No	-
Alisador	75186	P1, AA89, piso 1	12131	No	-
Alisador	74948	P1A, capa 1E	12107	No	-
Alisador	74819	P1A, capa 1d-1E	12078	No	-
Alisador	76490	P1, capa 1d	12470	No	-
Alisador	76359	P1, capa 1H	-	Si	-
Alisador	76467	P1A, capa 1e	-	No	-
Alisador	76513	P1A, capa 1d	-	No	-
Alisador	76169	P1, capa 1H	12395	No	-
Alisador	76138	P1A, capa 1G	12341	No	-
Alisador	76303	P1, capa 1H	12344	No	-
alisador	76225	P1A, capa 1d	-	No	-
Alisador	74206	P1, capa 1a	-	No	-
Alisador	75487	P1, AA89, piso 1	-	No	-
Alisador	75433	P1, capa 1C	-	No	-
Alisador	75440	P1, capa 1D	12253	No	-
Alisador	81549	P1A, capa 1a-1b	13553	No	-
Alisador	74287	P1A, capa 1h	11926	No	-
Alisador	73460	P1, capa 1c-1d	11691	No	-
Alisador	73580	P1, capa 1c-1d	11743	No	-
Alisador	73463	P1, capa 1c-1d	11694	No	-
Alisador	78100	P1, E3, C1, R9, AA93, ap. 1	12687	No	-
Alisador	78496	P1, E1, C1, R8, AA78	12770	Si	-
Alisador	80016	P1A, E6B, R2, piso 1	13113	Si	-
Alisador	79780	P1A, E6B, R3	13065	No	-
Alisador	79486	P1A, E3A, capa 1D-1E, R1-R2	12966	Si	-
Alisador	79781	P1A, E6B, R3	13066	Si	-
Alisador	71822	P1, cala D, capa 1e-1f	11386	Si	-
Alisador	58190	P2, E12. C1, R9-R10	7976	No	-

Alisador	83390	P1A, E1E. Capa 1d-1f	14162	No	-
Alisador	82109	P1A, E6B. R1	13726	No	-
Alisador	82265	P1A, E6B/3A, R3-R4	13769	Si	-
Alisador	82269	P1A, E6B/3A, R3-R5	13771	No	-
Frag. Alisador	76858	P1A, E6B, R1B	12495	Si	IL14A
Frag. Alisador	76076	P1A, capa 1G	-	No	-
Frag. Alisador	75881	P1A, capa 1D	12406	No	-
Frag. Alisador	79519	P1A, E3A, capa 1E	12981	Si	-
Asa	76907	P1A, E6B, R2	-	No	-
Mango	73401	P1, capa 1a-1b	11668	No	-
Mango	77208	P1, E3, C1, R1, AA65	12577	Si	-
Mango	81312	P2, E12, C2, R6	13490	Si	IL7A
mango	73600	P1, capa 1a-1b	11753	No	-
alisador	76355	P1, capa 1D	-	No	-
alisador	75718	P1, capa 1d	-	No	-
alisador	78003	P1, R15, AA65	12674	Si	IL24A
Pulidor	81337	P2, E12, C2, R7	13496	No	IL6A
Pulidor	79398	P1A, E3A, capa 1b	12943	Si	IL37A
Pulidor	50738	P5, E33, C4, R9	6448	Si	IL52A
Pulidor	81360	P2, E12, C2, R9	13504	No	-
Pulidor	74886	P1, capa 1b	-	No	-
Pulidor	75086	P1, R3, AA85, ap. 1	-	No	-
Pulidor	76209	P1, capa 1G	-	No	-
Pulidor	76710	P1, capa 1a	-	No	-
Pulidor	76362	P1, capa 1H	-	No	-
Pulidor	76024	P1, capa 1f	-	No	-
Pulidor	76263	P1, capa 1F	12423	No	-

Pulidor	76100	P1, capa 1G	-	No	-
Pulidor	76048	P1, capa 1E	12387	No	-
Pulidor	76992	P1A, E6B, R1	-	No	-
Pulidor	76995	P1, capa 1a-1b	12530	No	-
Pulidor	74257	P1, capa 1g	11921	No	-
Pulidor	75893	P1, capa 1E	12413	No	-
Pulidor	75943	P1, capa 1l, piso 1	-	No	-
Pulidor	73546	P1	-	No	-
Pulidor	79034	P1, E1, C1, R18A, AA78	12862	No	-

**Tabla 9.** Listado de objetos del grupo de alisadores y pulidores.

En lo relativo a la morfología y tipología de esta categoría de instrumentos, los alisadores poseen variedad de tamaños, pero homogeneidad en cuanto a la superficie de trabajo, puesto que todos presentan en su totalidad formas rectangulares; es en la zona de agarre del instrumento donde se definen sus diferencias tipológicas. Los hay de casi todos los tipos documentados en Teotihuacan, a saber, de asa recta alta que abarca la mayor parte del cuerpo del instrumento, de mango rectangular, de mango rectangular alto y de mango rectangular bajo, de pastilla alargado, de mango tipo sello y de mango cuadrangular (Báez Pérez, 2002; Lizárraga & Ortiz Butrón, 1993) (Figura 8.1 y 8.2).

Por su lado, en los pulidores, se pueden definir dos morfologías principales, la primera corresponde a aquellos pulidores elaborados a partir guijarros de pequeño tamaño menores de 10 cm de longitud máxima, generalmente de forma ovoide que presentan una zona de trabajo con claras señales de pulimento y a la segunda, aquellos pulidores paralepíedros con una de sus caras desgastadas por la función del pulimento.

En lo relativo a los contextos arqueológicos de los instrumentos, éstos se concentran en su mayoría en el sector central de Xalla, P1 y P1A, en esta área del complejo palaciego se concentran 70 de los 91 objetos de esta categoría. En la Plaza 1 los instrumentos líticos examinados provienen de tres áreas, el espacio abierto que conforma la plaza principal de Xalla, de la Estructura 1 y de la Estructura 3.

En cuanto a los materiales recuperados en la P1, la mayoría de ellos provienen de las capas superficiales de excavación. Los alisadores recuperados en este espacio representan

la mayoría de las muestras de color de este tipo de instrumentos (IL15A, IL18A, IL19A, IL21A, IL22A), mostrando una gama de colores cálidos conformada por varios tonos de rojo y amarillos de tonalidad ocre. A diferencia de lo anterior, dos alisadores (75186, 75487) y un pulidor (750869), todos ellos sin restos de color, provienen del piso 1 del área de actividad 89 consistente en una fosa abierta con prolongaciones laterales de morfología ovalada.

Los instrumentos de lítica pulida recuperados en la Estructura 1 corresponden a un alisador (78496) con restos leves de color rojo y un pulidor sin restos aparentes de cromatismo (79034). Ambos instrumentos fueron documentados en el área de actividad 78 del cuarto principal (C1), una gran fosa de saqueo de forma amiboidea situada en la cima de la estructura. (Manzanilla Naim, 2014a, p. 33).

De la Estructura 3 fueron recuperados cuatro alisadores (77476, 78021, 78100, 78003) con restos de color amarillos y rojos de los que se obtuvieron tres muestras (IL25A, IL29A, IL24A) y un mango de alisador (77208) con restos tenues color rojo entre los poros de la pieza. Tres de los alisadores recuperados del cuarto principal del recinto (C1), situado en lo alto de la Estructura 3, provienen de tres áreas de actividad, la AA92, AA93 y AA65, todas ellas al parecer consistentes en fosas de saqueo post-teotihuacanas (Manzanilla Naim, 2014, p. 18-28).

En el espacio denominado P1A, conformado por varias unidades arquitectónicas, los alisadores y pulidores se presentan de manera similar a lo ocurrido en los contextos de la Plaza 1. En este espacio la mayor parte de los objetos recuperados son alisadores y fragmentos de éstos, además de dos pulidores, conformando un total de 30 objetos. Los instrumentos fueron recuperados entre las capas superficiales de P1A y las capas de relleno de las estructuras E6, E206B, E6B y E3A, cuya función todavía no está determinada puesto que estos contextos están siendo actualmente excavados por la Dra. Linda R. Manzanilla. En los contextos anteriormente nombrados fueron recuperados 23 alisadores con restos cromáticos amarillos y rojos en 14 de ellos, algunos incluso conservando juntos rojo y amarillo (79438, 82369). Además de los alisadores completos, en estos contextos se recuperaron cinco fragmentos de alisador (76858, 76076, 75881, 79519, 76907),

conservando dos de ellos restos de color rojo, y dos pulidores (79398, 76992). De los pulidores examinados de este contexto, solo uno (79398) presentó restos de color rojo.

De los alisadores, fragmentos de alisador y pulidores recuperados en el espacio arquitectónico P1A se tomaron 14 muestras de color (IL16A, IL31A, IL33A, IL35A1, IL35A2, IL36A, IL38A, IL66A1, IL66A2, IL67A, IL68A, IL14A, IL37A).

Un alisador realizado en piedra volcánica densa y con restos de una pasta seca de tonos amarillos y blancos en la superficie de trabajo, (79881) proviene del piso 3 del área de actividad 94, conformada por una fosa redonda de unos 90 cm de diámetro que yace bajo el saqueo inicial, siendo posible que forme parte de éste. Entre los objetos que se recuperaron de ésta apareció cerámica, objetos de lítica, hueso, mica, pizarra, un fragmento de paralelepípedo de piedra labrada, un alisador con asa, caracoles terrestres y un gran fragmento que mica triangular.

Los dos últimos contextos en los que fueron recuperados instrumentos de esta categoría corresponden a la Estructura 12 de la Plaza 2 de Xalla y a la Estructura 33 de la Plaza 5 del complejo. Los materiales que se recuperaron en la E12 están conformados por seis alisadores (81076, 81083, 81084, 80854, 81288, 58190), recuperados entre los materiales de relleno del espacio C1 y con notables restos de ceniza y mica en todos ellos, y dos pulidores (81337, 81360) registrados también entre los materiales de relleno del espacio C2. De los seis alisadores cuatro conservaban evidencias cromáticas consistentes en rojos de tres tonalidades. Los restos de color se preservaron como diminutos nódulos de color insertos entre los poros de los instrumentos, siendo éstos muestreados para su posterior análisis (IL9A1, IL9A2, IL10A1, IL10A2, IL11A1, IL11A2, IL12A). Los pulidores se registran en el espacio C2, entre los materiales de relleno del espacio delimitado por un muro, sin que evidenciaran rastro algo de restos cromáticos.

De la Plaza 5 proviene un pulidor (50738) con tenues restos de color amarillo ocre en su superficie de trabajo (IL52A). Éste fue recuperado entre los materiales de relleno uno de los cuartos (C4), de la Estructura 33, conformada por varios cuartos delimitados por muros de adobe.

Los restos de materias colorantes en esta categoría de instrumentos se presenta de manera diferencial. En los alisadores los restos de material colorante aparecen, por lo general, abarcando casi todas las zonas de la pieza y se conservan en su totalidad con una apariencia de pasta densa y seca de colores vivos. Los restos de material colorante se encuentran, en algunos casos, asociados y/o mezclados a aglomeraciones de un material duro, blanco y de composición heterogénea. Una posible explicación a lo anterior es que el material blanco responda a restos del estuco sobre el que se aplicaba la pasta de color. En cuanto a los pulidores que presentaron restos de color, éstos se presentaban como una ligera pátina de color sobre la superficie de trabajo de los instrumentos.

#### *Lajas e ixtapaltetes*

Esta categoría de objetos líticos la conforman lasajas e ixtapaltetes. Los ixtapaltetes son lasajas planas rectangulares con una función determinada, puesto que en la construcción teotihuacana funcionaban como soporte de donde se levantaba el tablero. Las lasajas por su parte son objetos líticos de morfología variada pero que cumplen dos características principales, su poco grosor y el poseer una superficie plana, pudiendo haber sido utilizadas como bancos de trabajo o como material de construcción.

El total de objetos examinados suma un total de 29 objetos, 23 lasajas y seis ixtapaltetes. Doce de las lasajas presentaron restos de material colorante de las que se obtuvieron nueve muestras de colores rojos de varios tonos y amarillos (IL1A, IL2A, IL55A, IL56A, IL57A, IL58A, IL60A, IL61A, IL20A). Por su parte, de los seis ixtapaltetes, cuatro de ellos conservaron restos de color rojo de dos tonos diferentes y de dos tonalidades de amarillo de los que se tomó una muestra (IL59A) (Tabla 10).

Como se ha indicado en los párrafos anteriores, la morfología de las lasajas es muy variada, con una tendencia hacia la forma rectangular (80926, 79582, 78651) (Figura 9.1), aunque hay también ejemplos de formas triangulares (80045), cuadrangulares (81733, trapezoidales (77397) y también varias lasajas sin una morfología concreta (81475, 81238, 75096, 75093, 76392, 76442, 76272, 76202, 76224, 74544, 74413, 77355, 81671, 81666, 81732). Los ixtapaltetes por su parte tienen, como se ha indicado anteriormente, como

característica definitoria su morfología rectangular (74405, 77569, 81725, 81725, 81522, 81640) (Figura 9.3).



Figura 9.1. Laja rectangular con restos de rojo sobre estuco (80926).



Figura 9.2. Ejemplo de laja grande (73769).



Figura 9.3. Ejemplo de los ixtapaltetes de Xalla. Leves restos de color rojo (81727).



Figura 9.4. Ejemplo de los ixtapaltetes de Xalla. Restos de capa de estuco con capa de color rojo guinda.

**Figura 9.** Ejemplos de lajas e ixtapaltetes de Xalla.

Los contextos de procedencia de esta categoría se ubican en el sector central de Xalla, P1 y P1A, y en la plaza situada al norte de las anteriores, P2. De la P1 se recuperaron un total de nueve lajas registradas en las capas superficiales del espacio abierto que conforma la plaza (76392, 76442, 76272, 76224, 74544, 74413, 74404, 74403, 77397, 77355, 78651, 76202). Tres de las lajas revisadas preservaron restos de colores rojo y amarillo de los que se extrajo una muestra de color rojo oscuro (IL20A). También del espacio abierto que conforma la plaza, provienen dos lajas sin restos de color recuperadas en el piso 1 del área de actividad 85.

En la Estructura 3 de la P1 se registró una laja (77355) con restos de color rojo del que se extrajo una muestra (IL57A), un ixtapaltete (77569) con restos de color amarillo y rojo

pálido y una laja (77397) ubicada en el área de actividad 65 del Cuarto 1 con evidencias de color amarillo ocre del que se pudo tomar una muestra (IL55A). El área de actividad 65 se conforma como una gran fosa de saqueo post-teotihuacana.

Por último, del área de actividad 78, localizada en el cuarto principal, C1, del recinto situado en lo alto de la Estructura 1, se recuperó una laja con restos de rojo de tonalidad oscura (78651) y de cuyos restos cromáticos pudo obtenerse una muestra (IL58A) (Manzanilla Naim, 2014).

Entre las capas superficiales del espacio P1A se recuperó una laja (80045) con restos de color rojo mezclado junto a un material de aspecto semejante al estuco, del cual se tomó una muestra (IL56A). El resto de materiales recuperados en P1A provienen de los materiales de relleno de las unidades arquitectónicas E3, E6A y E6B, a saber, seis lajas (80045, 79582, 81733, 81671, 81666, 81732) de las que tres conservaban restos de material colorante rojo o amarillo y de las que se tomaron dos muestras (IL60A, IL61A) y tres ixtapaltetes (81725, 81724, 81640), dos de ellos con restos de color amarillo pálido del que se tomó muestra (IL59A) y de color rojo.

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Ref. muestra
Laja	81475	P2, E12, C2, R16	13531	Si	IL1A
Laja	80926	P2, E12, Pasillo Sur E112B, C1, R37	13434	Si	IL2A
Laja	75096	P1, R4, AA85, piso 1	-	No	-
Laja	75093	P1, R4, AA85, piso 1	-	No	-
Laja	76392	P1, capa 1H	-	Si	-
Laja	76442	P1, capa 1H	12355	No	-
Laja	76272	P1, capa 1G	12440	No	-
Laja	76224	P1, capa 1d	12333	si	-
Laja	74544	P1, capa 1i-2a	11943	No	-
Laja	74413	P1, capa 1i	11942	No	-
Laja	74404	P1, capa 1i	11937	No	-
Laja	74403	P1, capa 1i	11936	No	-

Laja	77397	P1, E3, C1, R2, AA65	12592	Si	IL55A
Laja	80045	P1A, capa 1G-1H	13119	Si	IL56A
Laja	77355	P1, E3, C1, R2, AA92-65	12583	Si	IL57A
Laja	79582	P1A, E3A, capa 1F, R3 de E6B	13000	No	-
Laja	78651	P1, E1, C1, R9, AA78	12797	Si	IL58A
Laja	81733	P1A, E6B, R4-R5	13621	Si	-
Laja	81671	P1A, E6B, R6-R7	13599	No	-
Laja	81666	P1A, E6B, R4-R5	-	Si	IL60A
Laja	81732	P1A, E6B, R4-R5	13620	Si	IL61A
Frag. Laja	81238	P2, E12, capa 1a-1b	-	-	-
Frag. Laja	76202	P1, capa 1G	12462	Si	IL20A
Ixtapaltete	74405	P1, capa 1i	11938	No	-
Ixtapaltete	77569	P1, E3, AA65	12612	Si	-
Ixtapaltete	81725	P1A, E6A, R6-R7, piso 1	13616	Si	IL59A
Ixtapaltete	81724	P1A, E6B, R6-R7, piso 1	13615	Si	-
Ixtapaltete	81522	P2, E12, C2, R20	13545	Si	-
Ixtapaltete	81640	P1A, E6B, R2-R3	13584	No	-

**Tabla 10.** Listado de objetos del grupo de lajas e ixtapaltetes.

Las lajas e ixtapaltetes examinados provenientes de la Plaza 2 de Xalla, tienen su contexto arqueológico específico en la Estructura 12, situada en la parte occidental de la plaza. En este túmulo de planta rectangular se recuperaron tres lajas, una de ellas en las capas superficiales (81238) sin restos de color, otra (80926) recuperada entre los materiales de relleno del espacio C1, en el Pasillo Sur entre las subestructuras E112B-A, con restos de color rojo oscuro intenso del que se tomó una muestra (IL2A). La última de las lajas mencionadas (81475) fue excavada junto con un ixtapaltete (81522) en el espacio C2 entre los materiales de relleno de este espacio. Ambos objetos líticos conservaban restos de materias colorantes, la laja mostró un color rosa, muestra IL1A, mezclado con un material blanquecino de composición heterogénea mientras que el ixtapaltete conservaba restos leves de coloración roja.

A partir del examen de esta categoría de objetos líticos se ha observado que en los restos de color se presentan de dos formas, la primera y la que se repite con mayor

recurrencia, consiste en una capa discontinua de color, que puede ser roja de distintos tonos, amarilla ocre o rosa, dispuesta sobre una capa material blanquecino de composición heterogénea aplicada sobre el objeto lítico de manera irregular y burda. Dos de los objetos escapan al patrón marcado por sus semejantes; son dos lajas (77355, 76202) cuyos restos de material aparecen exentos del material blanco semejante al estuco visto en los demás objetos. En estas dos lajas los restos de material colorante se preservan como una fina pátina de color rojo dispuesta de forma desigual en una sola de las superficies de las piezas, lo que podría indicar que éstas dos lajas poseyeran una función distinta a las demás.

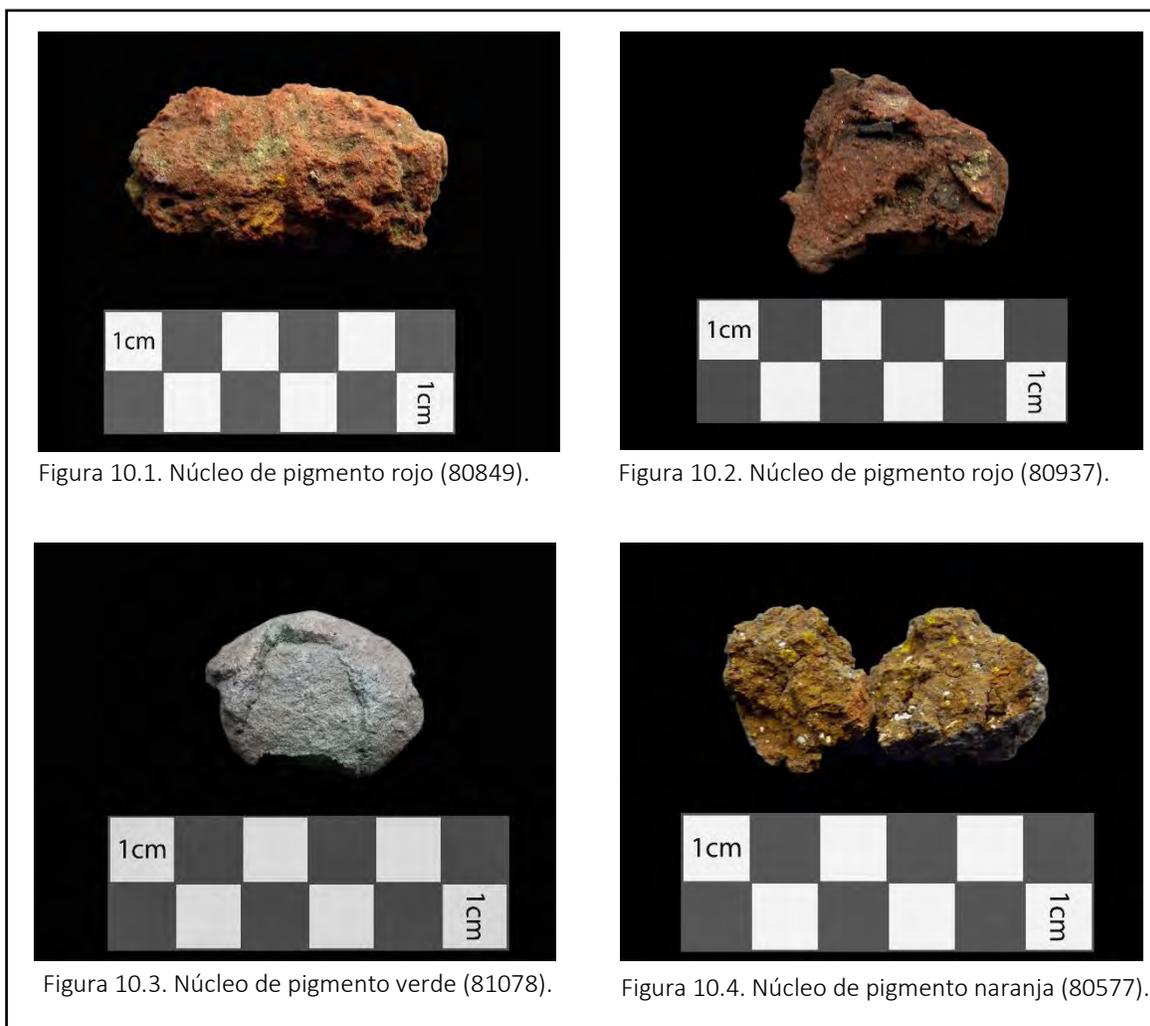
b) Materiales colorantes

Los materiales colorantes que se han excavado en Xalla corresponden a núcleos o terrones de diversos colores (Figura 10), con diferentes grados de heterogeneidad y de consistencia similar. Son siete los materiales colorantes que han sido examinados durante la primera fase del protocolo analítico, tres rojos intensos, un naranja de notoria heterogeneidad y tres verdes. Dado que el interés principal de la presente investigación es caracterizar los colores de Xalla, se tomó muestra de todos los terrones de color (P3A, P4A, P6A, P8A, P9A, P10A, P11A) (Tabla 11).

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Ref. muestra
Material colorante naranja	80577	P2, E12, pasillo sur 112B, C1, R35	13326	Si	P3A
Material colorante verde	80520	P2, E12, pasillo sur 112B, C1, R34	13308	Si	P4A
Material colorante verde	73169	P1, capa 1b	-	Si	P6A
Material colorante rojo	80937	P2, E12, pasillo sur E112B, C1, R38, Ap. 10	-	Si	P8A

Material colorante rojo	80849	P2, E12, pasillo sur E112B, C1, R35	13417	Si	P9A
Material colorante rojo	80904	P2, E12, pasillo sur E11B, C1, R37, AA98, ap. 10	-	Si	P10A
Material colorante verde	81078	P2, 112a y 112A Pasillo sur, C1, R38	13469	Si	P11A

**Tabla 11.** Listado de objetos del grupo de los materiales colorantes.



**Figura 10.** Ejemplos de núcleos de color muestreados.

Los contextos arqueológicos de esta categoría de objetos se encuentran en su mayoría en la Estructura 12 de la Plaza 2; tan sólo una acumulación de terrones de material colorante verde compacto, duro, homogéneo y brillante (73169) fue recuperada de las capas superficiales de la Plaza 1.

Como se ha indicado, el resto de las acumulaciones de material colorante provienen de la estructura situada al oriente de la Plaza 2, E12, concretamente de los materiales de relleno del espacio C1, como es el caso de una notable acumulación de terrones color naranja oscuro (80577) (Figura 10.4), con una composición heterogénea, ya que a simple vista es posible observar agregados de diferente granulometría y colores variados como amarillos, rojos, negros, blancos y verdes, generando todos ellos un naranja oscuro vivo y de gran intensidad.

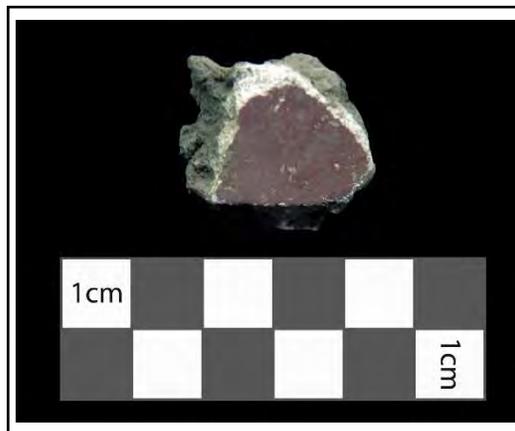
Otros materiales colorantes recuperados de los materiales de relleno del espacio C1 corresponden a dos acumulaciones de terrones de color verde pastel (80520, 81078) de aspecto brillante, con agregados cristalinos y de mayor dureza que el resto de las materias colorantes examinadas (Figura 10.3). El último de los restos cromáticos recuperados en este contexto corresponde a terrones de un color rojo vivo, luminoso y vibrante (80849) (Figura 10.1). Éste núcleo de color posee una composición homogénea ya que sólo se pudo percibir durante el examen preliminar algunos agregados de color negro iridiscente.

Destacan por su contexto dos de los restos de color examinados, una acumulación de terrones de color rojo oscuro, con iridiscencias, y carbón asociado (80937) (Figura 10.2) registrada entre los materiales de uno de los apisonados del espacio (Ap. 10) y otra acumulación de material colorante rojo oscuro con tonalidades rosas y de menor brillo que el anterior, registrado en el apisonado 10 del área de actividad 98.

### c) Miscelánea

Bajo el término de miscelánea se han agrupado un total de 62 materiales arqueológicos cuya representación era excepcional en el ámbito de los objetos examinados. Éste es el caso de dos ofrendas malacológicas (80744), una almena de grandes dimensiones con tres capas pictóricas superpuestas, la primera con restos de pintura verde, y las dos subsecuentes con restos de color rojo y rosa (81468), un tepalcate con restos de material colorante verde

(81848), un reborde y un aplanado de estuco con restos de pintura roja (76166, 78597), una espiga de una almena pintada de pintura roja especular (84694) o un fragmento de pequeñas dimensiones de un mural de fondo rojo (74191) (Figura 11).



**Figura 11.** Fragmento de estuco con capa pictórica roja brillante (74191).

Sin embargo, en su mayoría, este grupo está conformado por objetos líticos de morfologías diversas como hachuelas, guijarros, cilindros, objetos geométricos u objetos de lítica pulida en general a los que, dado que no era objetivo de esta investigación realizar una categorización exhaustiva de los materiales arqueológicos revisados, no ha sido posible asignar una funcionalidad o tipología concreta (Tabla 12). Por lo anterior, este apartado focaliza su atención en realizar una descripción de aquellos materiales que presentaron restos de color y de los que se haya obtenido muestra. Es preciso apuntar que la terminología dada a los objetos de este grupo es la asignada por el Proyecto *Teotihuacan. Elite y Gobierno. Excavaciones en Xalla* dirigido por la Dra. Linda R. Manzanilla Naim.

Objeto	Nº bolsa	Contexto	Ref. Arqueológica	Color	Ref. muestra
Piedra plana	80887	P2, E12, Pasillo Sur E112B, C1, R36	13426	Sí	IL3A
<i>Chama echinata</i>	80744	P2, E12, Pasillo Sur E112B, C1, R37, AA98	13390	Sí	P1A
<i>Spondylus princeps</i>	80744	P2, E12, Pasillo Sur E112B, C1, R37, AA98	13390	Sí	P2A
Fragmento de rodela/círculo	75017	P1, 1C	12034	No	-

Herramienta de corte sobre laja	74947	P1, 1b	12150	No	-
Triángulo	75055	P1,1b		No	-
Hachuela	75187	P1, R6, AA89, piso 1	12132	No	-
Pieza sección rectangular	74872	P1,1E	12098	No	-
Cantos	74379	P1,1a	-	No	-
Lítica pulida	74429	P1,1a	-	No	-
Lítica pulida	74617	P1,1b	-	No	-
Lítica pulida	37340	P5A, capa 2f	4487	Si	P15A
Lítica pulida	52521	P2, E12, C1, R4	-	Si	P17A
2 Guijarros	75175	P1, R5, AA89, piso 1	-	No No	-
Lítica pulida	76238	P1,1G	-	No	-
Lítica pulida	76045	P1,1F	12384	No	-
Fragmento hachuela	76302	P1,1H	-	No	-
lítica pulida	75907	P1,1F	-	No	-
Tezontle pequeño rectangular	73883	P1,1G	11862	No	-
pedra con depresiones	73936	P1,1e-1f	-	No	-
Lítica pulida (2)	74238	P1,1a	-	No	-
lítica pulida	73387	P1,1c-1d	-	No	-
Hacha	75486	P1, R13, AA89, piso 2	-	No	-
Bola	75604	P1, R2, AA89B, piso 2	-	No	-
Piedra trabajada	75722	P1,1c	12242	No	-
Azada	73244	P1,1a	11622	No	-
Hachuela	75553	P1,1h		No	-
Piedra cuadrada	74292	P1,1h	11931	No	-
Piedra cúbica	73655	P1, E6A, R1	11775	No	-
Piedra	73626	P1A, capa 1a-1b	-	No	-

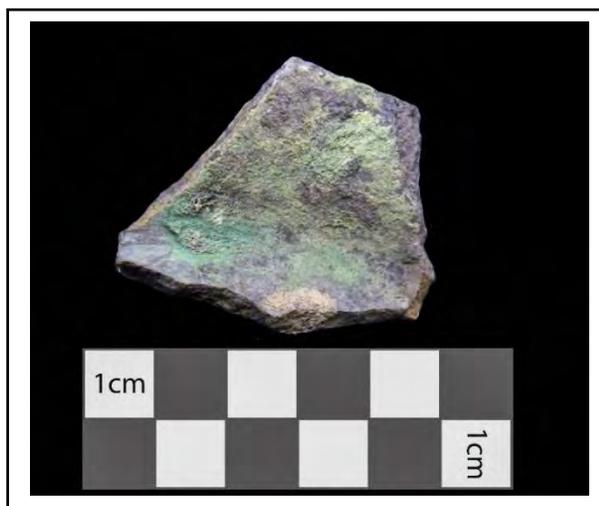
Informe	77947	P1, E3, C1, R15A, AA92	-	Sí Sí	IL26A / IL27A IL28A
Pieza rectangular	77375	P1, E3, C1, R11, AA93	-	No	-
Pequeña estela	78844	P1, E1, C1, R11, AA78	12832	No	-
Bola de honda	78331	P1, E1, C1, R6, AA78	12729	No	-
Fragmento lítico pulido	63890	P1, E1, C1, R4	9000	No	-
Lítica pulida	53461	P1, E3, capa 1b	6960	No	-
Lítica pulida	65140	P1, E1, C1, R6	9215	No	-
Lítica pulida	48683 bis	P2, E12, C1, R1	-	No	-
Lítica pulida	55864	P4, capa 1i-1j	-	No	-
Lítica pulida	46588	P1, E4, capa 1c-1d	-	No	-
Frag. escultura	58943	P4, capa 1c	7831	No	-
Lítica pulida	36912	P1, capa 1c	-	Sí	IL46A
Lítica pulida	64815	P2, E12, capa 1a	-	No	
Lítica pulida	45158	P1, E3, C1, R1	5926	?¿	IL47A
Lítica pulida	34693	P1, E2, capa 1a-1b	-	No	-
Lítica pulida	55561	P2, E12, C1. R5-R6	7466	?¿	IL48A
Lítica pulida	17763	P1, E4, C1, R2	1387	Sí	IL49A1 IL49A2
Lítica pulida	53861	P5, E33, C1-C2, R5	-	No	
Piedra labrada	61058	P1,E4, capa 1k	8441	Sí?	IL50A
Lítica pulida	63846	P1, E1, C1, R4	8969	Sí	
Lítica pulida	46710	P5, capa 1d	-	?¿	IL51A
Lítica pulida	47624	P4, capa 1f	5849	No	-
Lítica pulida	47592 bis	P1, E2, R25-R26	-	Sí	-
Pieza romboidal	82404	P1A, E6B, R6, piso 1	13820	Sí	-
cincel	82697	P1A, E3E, C1, R2	13950	No	-

Tepalcate	81848	P1, E2(cala), E102A, R26 bajo, ap. 3b	13661	Sí	P7A
Cilindro	74954	P1, capa 1E	12112	No	-
Tejo de cal	75174	P1, R5, AA89, piso 1	-	No	-
Posible fragmento de vasija	75421	P1, capa 1C	12246	No	-
Gozne de puerta	77208	P1, E3, C1, R1, AA65	12577	Sí	-
Cilindro	78843	P1, E1, C1, R12, AA78	12831	No	-
Cilindro	78857	P1, E1, C1, R12, AA78	12835	No	-
Reborde de estuco	76166	P1, capa 1H	-	Sí	IL17A
Frag. Pintura mural	74191	P1, capa 1a	-	Sí	P5A
Aplanado de estuco	78597	P1, E1, C1, AA78, R9	-	Si	P19A1/ P19A2
Gran almena	81468	P2, E12, C2, R16	13529	Si	P20A1/ P20A2/ P20A3
Espiga de almena	84694	P1A, Relleno de C8, capa 1F-1J	14526	Si	P21A

**Tabla 12.** Listado de objetos del grupo de miscelánea.

De la Plaza 1 de Xalla provienen ocho objetos con restos de color y de los cuales se tomó muestra. De las capas superficiales del espacio abierto que conforma la plaza se recuperaron tres objetos, uno de ellos corresponde a un fragmento de lítica pulida (36912), el cual podría ser un complemento arquitectónico tipo ixtapaltete, ya que conservaba una pátina de un material ligeramente amarillo cubriendo la pieza que fue convenientemente muestreada (IL46A). También en las capas superficiales de la Plaza 1 tiene su contexto un reborde de escalinata de estuco pintado de color rojo (76166) en el que se aprecian varias capas pintadas superpuestas del que se tomó una muestra (IL17A). El último de los objetos muestreados en este contexto es un pequeño fragmento de pintura mural, *ca.* 2 x 2 cm, totalmente rojo, del cual se tomó muestra para observar la estratigrafía de sus capas pictóricas y para determinar la composición del color (P5A).

También de la Plaza 1 pero recuperados ya en las estructuras que la componen, provienen seis objetos distribuidos en las estructuras de la siguiente manera: un aplanado de estuco excavado en el área de actividad 78 del cuarto 1 del recinto situado en lo alto de la Estructura 1 (78597) con restos de material colorante rojo de dos tonos, uno oscuro de matiz guinda y otro de matiz más anaranjado (P19A1, P19A2), un fragmento cerámico con restos de material verde (81848) recuperado entre los materiales de relleno del apisonado 3b la subestructura E102A, dos objetos de piedra volcánica porosa pulida recuperados en la Estructura 3 (77947, 45158) y dos objetos líticos en la Estructura 4 (17763, 61058). El tepalcate, de tiempos Tlamimilolpa<sup>14</sup>, recuperado de la subestructura 102A de la E2 pudo haber correspondido a algún tipo de recipiente. En lo que quedaba de la base del tepalcate se preservaba parte de su contenido, un material de aspecto cristalino, brillante y de color verde turquesa del que se tomó su muestra correspondiente (P7A) (Figura 12).



**Figura 12.** Tepalcate de tiempos Tlamimilolpa (81848) con restos de polvo verde en su fondo.

En lo relativo a los objetos recuperados de la E3, uno de los objetos líticos (77947) se recuperó entre los materiales del área de actividad 92. Éste estaba fragmentado en dos piezas que presentaron dos tonos de rojo (IL26A, IL28A) y leve color amarillo (IL27A). El segundo de los objetos de la Estructura 3 es un objeto de lítica pulida (45158), recuperado en los rellenos del recinto C1, el cual conservaba restos de color amarillo en uno de sus extremos distales (IL47A).

Por último, del recinto principal de la Estructura 4 (C1), provienen dos objetos líticos, el primero de ellos (17763) carece de morfología concreta y resulta complicado designarle una función o propósito, una de sus caras es bastante plana, presenta indicios de haberse

---

<sup>14</sup> Temporalidad aproximada dada por el tipo de pasta del fragmento cerámico. Determinada por la arqueóloga especialista en cerámica teotihuacana Claudia María López Pérez. Conversación personal, 2016.

realizado un molido o pulimentado en su superficie, por lo que se tomó muestra de los dos cromatismos presentes, amarillo-marrón (IL49A1) y rojizo (IL49A2). En cuanto al segundo de los objetos (61058) corresponde a un objeto de piedra volcánica porosa labrada que se excavó en las capas superficiales de la Estructura 4. En una de sus caras presentaba evidencias de molienda, por lo que se decidió tomar una muestra (IL50A) para observar bajo microscopía óptica si conservaba restos de color.

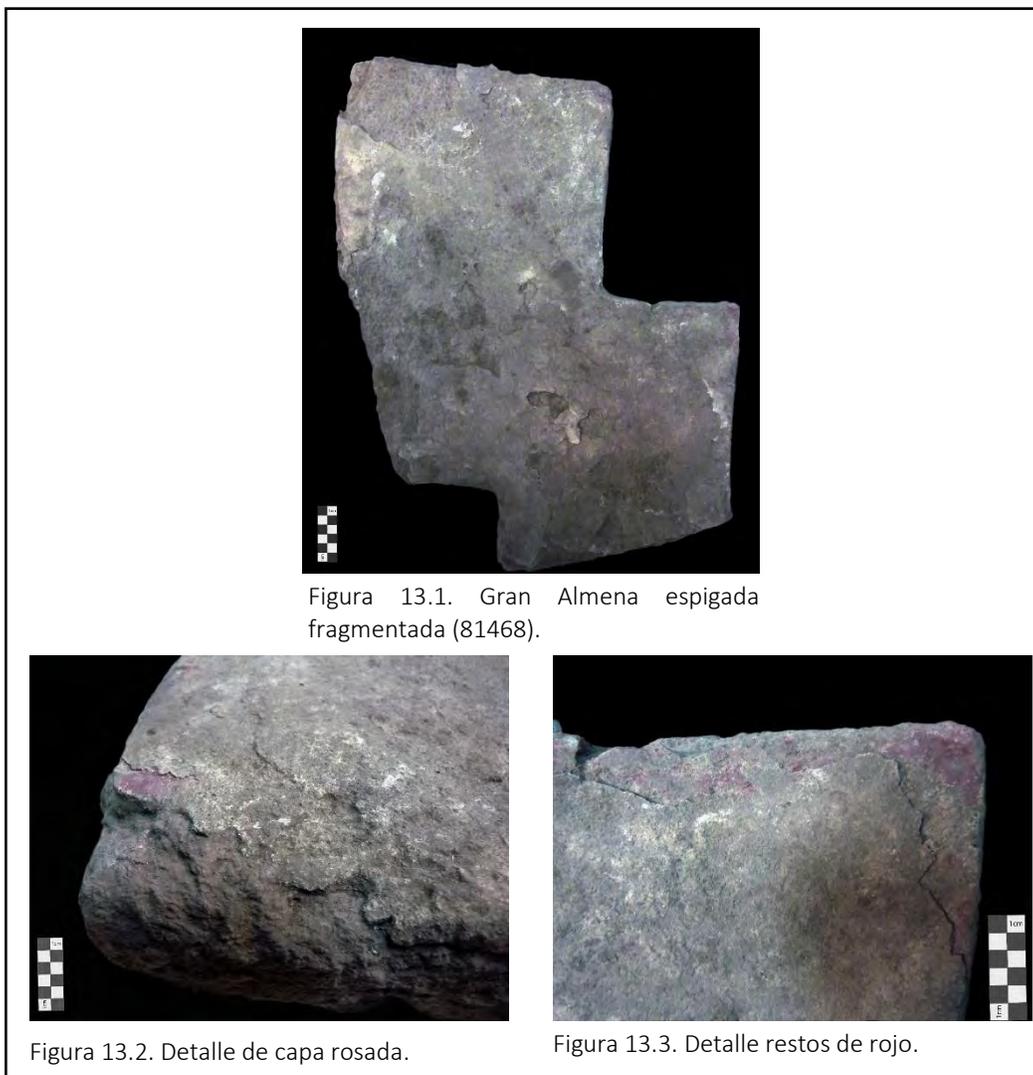


Figura 13.1. Gran Almena espigada fragmentada (81468).

Figura 13.2. Detalle de capa rosada.

Figura 13.3. Detalle restos de rojo.

**Figura 13.** Gran Almena (81468) con restos de color rojo.

En cuanto a los materiales arqueológicos muestreados cuyos contextos arqueológicos específicos se encuentran en la Plaza 2 de Xalla, éstos se ubican en la Estructura 12. Destaca entre todos ellos una almena espigada de aproximadamente 40 cm de largo (Figura 13.1) recuperada entre los materiales de relleno del espacio C2 de dicha

estructura. La almea presenta restos de al menos tres capas pictóricas superpuestas con motivos rectangulares de color verde (P20A3) en la primera, mientras que en la segunda y tercera capa pictórica aparecen los mismos motivos pintados en rojo y rosa (P20A1, P20A2 respectivamente) (Figuras 13.2. y 13.3). Dos objetos líticos fueron recuperados de entre los materiales de relleno del espacio C1, una piedra plana (80887) con fragmentos de mica y con restos de color rojo (IL3A) extendido por prácticamente la totalidad de la piedra y un objeto de piedra volcánica porosa y pulida (55561) de funcionalidad incierta y con restos de color rojo entre sus poros (IL48A).

En el espacio C1 de la E12 también se recuperaron dos objetos líticos fungiformes, uno de los objetos (37340) preservaba restos de color amarillo en uno de sus extremos distales mientras que el otro (52521) presentó restos de material colorante rojo en el extremo distal abultado dispuesto sobre una capa de blanco que recubría gran parte de la pieza (Figura 14). Ambos objetos pueden corresponder a metlapiles tipo *dogbone*<sup>15</sup> reutilizados como manos de mortero, ya que en ambos se observan evidencias de trabajo en el extremo abultado de la pieza, siendo además donde más restos de color preservaban.



**Figura 14.** Posible mano de mortero derivada de un metlapil tipo *dogbone* reutilizado (52521). Posee restos de color rosa en el extremo distal abultado.

De la Estructura 12, concretamente del área de actividad 98 ubicada en el espacio C1 de esta unidad arquitectónica se recuperó una ofrenda malacológica de dos especies marinas, *Chama echinata* (80744) y *Spondylus princeps* (80744). Las dos piezas malacológicas conservaban núcleos de color amarillo (P1A, P3A), la especie *Chama echinata* tenía el terrón de color dispuesto en la boca de la concha mientras que en el caso del *Spondylus*, la acumulación de color amarillo estaba dispuesto en el margen ventral interior de la pieza junto a una vírgula florida dibujada (Manzanilla Naim, informe técnico).

<sup>15</sup> Manos que rebasan el ancho de la superficie de molienda para que quede un reborde “colgante” en los extremos finales y que se operan con sus extremos distales (Báez Pérez, 2002:53)

De la Plaza 1A, situada en el extremo sureste de la Plaza 1 de Xalla se recuperó el fragmento de una almena espigada con restos de color rojo oscuro especular de matiz guinda del cual se tomó una muestra (P21A).

Los dos últimos objetos de este grupo muestreados provienen de las capas superficiales de la Plaza 5 (46710) y de la Plaza 4 de Xalla (53952). Ambos objetos se clasificaron como lítica pulida. El primero de los objetos es un objeto de lítica pulida realizado en piedra volcánica porosa con restos de color rojo anaranjado entre los poros (II51A), mientras el segundo objeto posee una morfología paralelepípeda con restos de material blanco de consistencia similar a una pasta seca en uno de sus extremos distales.

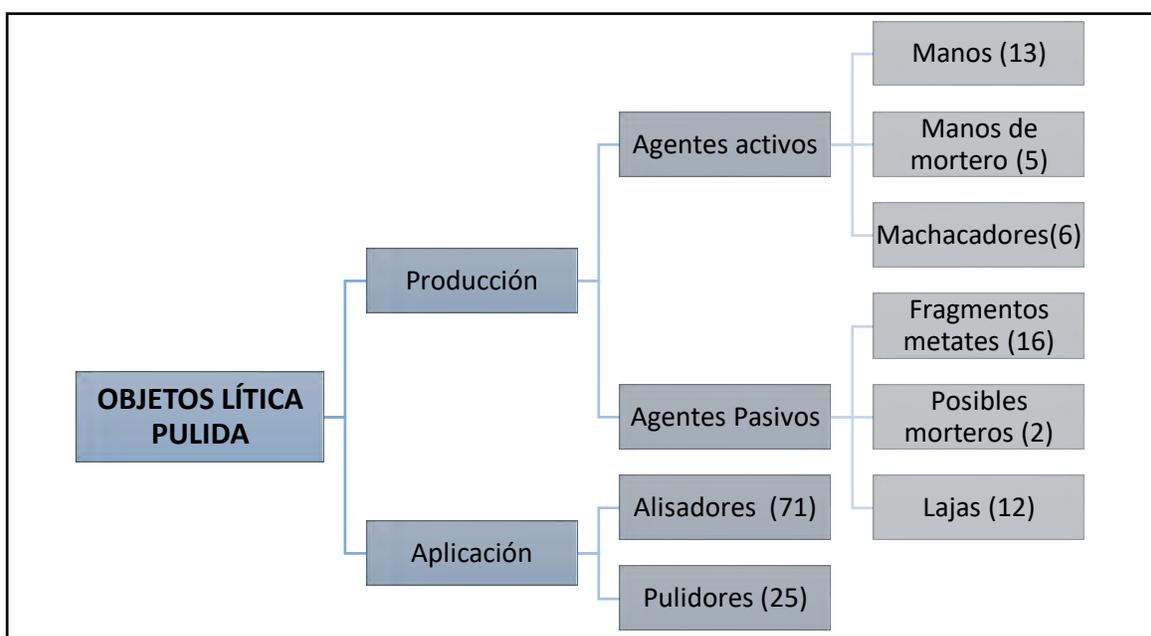
Aun siendo cierto que a muchos de los objetos de este grupo no se les puede asignar una funcionalidad o tipología concreta, la revisión realizada de la totalidad de los objetos permite plantear cuestiones respecto a la función de estos objetos. Un buen número de los materiales de lítica pulida examinados podrían haber estado relacionados con la producción o aplicación de color en Xalla, como el caso del objeto de lítica pulida con número de bolsa (63890), recuperado entre los materiales de rellenos del recinto "C1" de la E4 de Xalla, el cual no presenta una morfología concreta pero sí dos caras de superficie cóncava, similar a la superficie de trabajo de los metates, picoteada por múltiples oquedades con restos muy leves de color rojizo..

Otros objetos examinados como un cincel (82697), cilindros de diversos tamaños (78843, 78857, 74957), tejos de cal (75174) o piezas con formas geométricas como rectángulos o triángulos pudieran tener algún tipo de relación con trabajos de albañilería o de mantenimiento del conjunto, puesto que presentan restos leves de color y de pasta blanca semejante al estuco. Con todo, se hace pertinente una revisión en profundidad en futuras investigaciones de este grupo de objetos para poder afirmar o desmentir este planteamiento.

d) El instrumental lítico de Xalla

Derivado de la revisión realizada a los materiales arqueológicos y del examen durante la primera fase de la investigación, es posible realizar un primer planteamiento en lo referente al binomio objeto/color.

El examen de los objetos arqueológicos y el estudio de la funcionalidad de los principales grupos de instrumentos líticos descritos en los puntos anteriores del capítulo, permiten plantear que éstos responden a dos funciones generales principales, por un lado, la acción de producir material colorante y, por otro lado, la acción de aplicar los colores elaborados (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Funciones de los objetos de lítica pulida asociados al trabajo del color en Xalla. ( ) = Nº total de objetos.

Dentro de los objetos de producción de material colorante se encuentran metlapiles y metates, morteros y sus manos, machacadores y percutores, la mayor parte de ellos cuentan con restos y evidencias relacionadas con la elaboración del color. Para la acción de aplicar el color propiamente dicho sólo se tiene evidencia de los alisadores, los cuales presentaron casi en su totalidad restos de una pasta densa de colores rojo y amarillo. Los pulidores es un tipo de instrumento relacionado no con la acción de aplicar el color, sino asociado a pulir las capas pictóricas y dotarles del brillo característico de la pintura mural

teotihuacana, por lo que estos objetos otorgan información relativa a la fase final dentro del trabajo del color en Xalla, el acabado de los muros y superficies arquitectónicas.

Lo anterior nos lleva a cuestionarnos sobre la actividad a la que se asocian los artefactos examinados y si los objetos recuperados en Xalla reflejan diferentes fases dentro de la manufactura del color. De esta forma, surgen cuestiones acerca de qué instrumentos son utilizados para desbastar la materia prima, cuáles otros se emplean para producir las pastas densas de color, qué y cuántos materiales son mezclados en metates o en morteros, qué materia o qué materiales se pulverizaron con los machacadores. Todas estas son cuestiones que se tratarán en el capítulo 5, cuando se realice la interpretación de los datos generados por la experimentación arqueométrica.

#### e) Los colores de Xalla.

La gama de cromatismos observados durante la revisión de los materiales arqueológicos descritos en los puntos anteriores, ha revelado una gama cromática en Xalla dominada por los colores cálidos. Éstos están representados en varios tonos de rojo, un rosa oscuro e intenso, amarillos de tonos marrones y dorados, amarillos vivos y luminosos, y naranjas de dos tonos distintos, uno oscuro y de composición heterogénea, y otro claro de composición homogénea.

De los colores registrados en los artefactos líticos, ninguno presentó colores de la gama fría teotihuacana como los verdes o los azules. Las evidencias de verde se han registrado en dos terrones de un verde pastel brillante, el cual aparece en las capas pictóricas inferiores de una de las almenas recuperadas del muro este de la E12 y en el fondo de una vasija fragmentada como polvo de un verde turquesa cristalino. Con todo, la revisión de los materiales arqueológicos ha llevado a contar con 37 muestras de rojo de distintas tonalidades, 29 de amarillos, ocho de naranjas, cuatro de verdes, cuatro de rosas, y tres de blancos, dos asociados a rojos y uno aislado (Tabla 13).

MUESTRA	OBJETO	COLOR	MUESTRA	OBJETO	COLOR
IL1A	Laja	Rosa	IL49A1/ IL49A2	Lítica pulida	rojo
IL2A	Laja	Rojo	IL50A	Piedra labrada	-
IL3A	Piedra	Rojo	IL51A	Lítica pulida	Rojo
IL4A1/IL4A2/IL4A3	Machacador	Amarillo	IL52A	Pulidor	Amarillo
IL5A	Alisador	Rosa	P2A	<i>Spondylus princeps</i>	Amarillo
IL6A	Pulidor	Amarillo	P1A	<i>Chama echinata</i>	Amarillo
IL7A	Mango	Amarillo	IL53A	Metate	Rojo
IL8A	Instrumento	Naranja	IL54A	Machacador	Rojo
IL9A1/ IL9A2	Alisador	Rojo	IL55A	Laja	Rojo/ Blanco
IL10A1/ IL10A2	Alisador	Rojo	IL56A	Laja	-
IL11A	Alisador	Naranja/Rojo	IL57A	Laja	Rojo
IL12A	Alisador	Rojo	IL58A	Laja	Rojo
IL13A	Metlapil	Amarillo	IL59A	Ixtapaltete	-
IL14A	Alisador	Rojo	IL60A	Lajas	Amarillo
IL15A	Alisador	Amarillo	IL61A	Laja	Rojo
IL16A	Alisador	Amarillo	IL62A	Metlapil	Amarillo
IL17A	Reborde curvo de estuco	Rojo	IL63A	Metlapil	Rojo
IL18A	Alisador	Amarillo	IL64A1/ IL64A2/IL64A3	Metlapil	Rojo/ Naranja
IL19A	Alisador	Amarillo	IL65A	Metlapil	Rojo
IL20A	Laja	Rojo	IL66A1/ IL66A2	Alisador	Amarillo
IL21A	Alisador	Amarillo	P3A	Núcleo color	Naranja
IL22A	Alisador	Rojo	P4A	Núcleo color	Verde
IL23A	Machacador	Amarillo	P5A	Estuco con pigmento rojo	Rojo
IL24A	Alisador	Rojo	P6A	Núcleo pigmento	Verde
IL25A	Alisador	-	IL67A	Alisador	Amarillo
IL26A/ IL27A/ IL28A	Informe	Amarillo/ Amarillo/ Rojo	IL68A	Alisador	Amarillo

IL29A	Alisador	Amarillo	P7A	Tepalcate	Verde
IL30A	Mano de mortero	-	P8A	Núcleo color	Rojo
IL31A	Alisador	Amarillo	P9A	Núcleo color	Rojo
IL32A1/ IL32A2	Metate	Rojo/Rojo	P10A	Núcleo color	Rojo
IL33A	Alisador	Amarillo	P11A	Núcleo color	Verde
IL34A	Mano de mortero	-	P12A	Mano de mortero	Naranja
IL35A1/ IL35A2	Alisador	Amarillo/ Rojo	P13A	Mano de mortero	Naranja
IL36A	Alisador	Amarillo	P14A	Metlapil	Naranja
IL37A	Pulidor	Rojo/blanco	P15A	Mano de mortero	Amarillo
IL38A	Alisador	Amarillo	P16A	Metlapil	Naranja
IL39A1/ IL39A2	Metate	.	P17A	Mano de mortero	Rosa
IL40A1/ IL40A2	Metate	-	P18A	Metlapil	Blanco
IL41A1/ IL41A2	Metate	Rojo/Rojo	P19A1	Aplanado de estuco	Rojo
IL42A1/ IL42A2	Metate	Naranja/ -	P19A2	Aplanado de estuco	Rojo
IL43A	Metate	Amarillo	P20A1	Gran almena	Rojo
IL44A	Metate	Amarillo	P20A2	Gran almena	Rosa
IL45A	Metate	-	P20A3	Gran almena	Verde
IL46A	Lítica pulida	-	P21A	Espiga de almena	Rojo
IL47A	Lítica pulida	Amarillo			
IL48A	Lítica pulida	Rojo			

**Tabla 13.** Listado total de muestras

A partir del trabajo de revisión y muestreo realizado es posible ya designar algunas características de los colores de Xalla a nivel macroscópico. Los colores documentados en los materiales arqueológicos de Xalla corresponden en su mayoría a la gama cálida de colores, dominada por los rojos y los amarillos ocre, siendo materias colorantes caracterizadas en su totalidad por la intensidad del color y por los brillos e iridiscencias que poseen.

Los brillos y las iridiscencias responden a los materiales agregados al material colorante, a nivel macroscópico se ha podido identificar como materiales generadores de

brillo diminutas láminas de mica asociadas en multitud de muestras al color y un material cristalino traslúcido. La iridiscencia que se ha observado en los materiales colorantes de Xalla tiende a aparecer sobre todo en los rojos. La citada propiedad lumínica es generada por pequeños fragmentos de un material de color negro de lustre metálico en la mayoría de los casos.

Los restos de color observados en los materiales revisados se presentan de formas diferentes, quizás respondiendo a distintas fases productivas o a la búsqueda de colores con propiedades concretas. De forma general es posible establecer cuatro formas en las que el color se conserva en las piezas: (1) como una concreción de material colorante apelmazado, de aspecto similar a una pasta de color seca, observada en metates, metlapiles, manos de mortero y alisadores, (2) como finas capas o pátinas de color de grano muy fino y aspecto polvoriento en objetos como percutores, machacadores, metlapiles, lajas y pulidores, (3) como capas de color superpuestas sobre capas de estuco en objetos como lajas, ixtapaltetes, objetos líticos de tipología y funcionalidad incierta u objetos líticos geométricos y (4) como terrones o núcleos de color .

¿Cuál es la naturaleza de estos colores? ¿De qué materiales se encuentran conformados? Son estas las cuestiones que se resuelven en el capítulo siguiente, dedicado a la descripción e interpretación de los resultados de los análisis físico-químicos realizados sobre las muestras de color de Xalla.

#### CAPÍTULO IV. LA CARACTERIZACIÓN DE LOS COLORES DE XALLA

El presente capítulo pone el foco de atención en la descripción e interpretación de los resultados generados por la batería de técnicas arqueométricas planteadas en la sección de metodología del capítulo 1. El capítulo se va a estructurar siguiendo el binomio artefacto/color, de acuerdo con la clasificación en grupos tipológicos de los artefactos líticos revisados y agrupando las muestras por color en rojos, rosas, naranjas, amarillos, verdes y blancos. Con ello, se dispondrá de una primera aproximación al ámbito de la producción del color en el complejo palaciego de Xalla, pudiendo resolver algunas de las cuestiones planteadas en los capítulos precedentes, tales como si es posible observar diferentes estadios productivos del color en Xalla, la función que pudieron haber desarrollado los diversos artefactos líticos, la naturaleza de los colores de Xalla (de origen orgánico o mineral) y la gama de materias primas que los componen.

La presentación de los resultados y la interpretación de los mismos se expondrán en coherencia con el protocolo de experimentación arqueométrica desarrollado. En primer lugar, se expondrán los resultados de la fase de análisis superficial con la descripción de las imágenes generadas por la microscopía óptica (LM) de aquellas muestras con restos de color y a las que se les haya aplicado un mayor número de técnicas arqueométricas.

Los resultados generados por la espectrofotometría Uv-Vis, con los que se esperaba obtener la primera clasificación cromática dentro del espacio CIELAB de la paleta de color de Xalla, no han sido concluyentes, puesto que la proporción de muestra disponible, así como la poca uniformidad cromática de la superficie de medición en cada caso, no hizo posible obtener una medición fiable de las muestras.

Tras la descripción de las fotografías tomadas durante la revisión bajo microscopía óptica (LM), se realizará la interpretación de los datos generados con la Fluorescencia de Rayos X (XRF), los cuales permitirán obtener una primera caracterización de los colores de Xalla a partir de los elementos químicos presentes en las muestras de color. Una vez presentados los resultados e interpretaciones de los datos generados por XRF, se pasará a la exposición de la primera información en cuanto a materias primas, la cual es generada por

las técnicas de espectroscopía vibracional como son la espectroscopía Raman y la Espectroscopia Infrarroja con módulo de Reflexión Total Atenuada (FTIR-ATR).

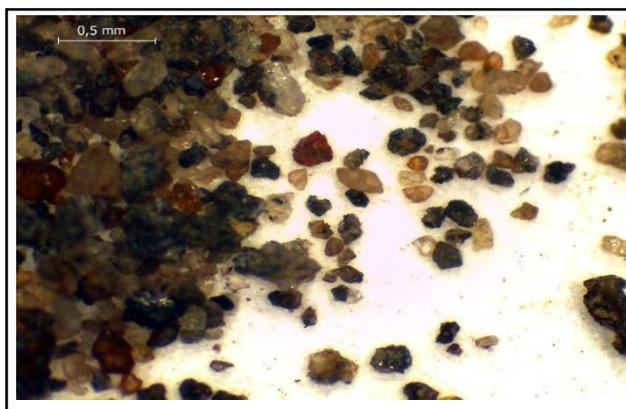
Por último, se expondrán los resultados de las técnicas arqueométricas que permiten obtener información relativa a la estructura de las materias primas empleadas para elaborar color en Xalla. En este sentido, la Difracción de Rayos X (XRD) proporciona información precisa de las fases cristalinas presentes en los materiales presentes en las muestras mientras que la última de las técnicas arqueométricas propuestas, la Microscopía Electrónica de Barrido-Dispersión de Rayos X (SEM-EDX) proporciona información tanto a nivel elemental como de la microestructura de las muestras de color.

#### *i. El color de los metates y metlapiles de Xalla*

Los metates y manos revisados mostraron una variedad amplia de colores, pudiendo observar restos de color rojo, naranja, amarillo y blanco. En este grupo de artefactos líticos se ha presentado la problemática en torno a la escasez de restos de color, sobre todo en los metates, en los que los restos de color vienen dados por pequeños terrones menores de 0.5 mm acumulados en los poros de la superficie de trabajo; esto ha impedido aplicar la totalidad de las técnicas físico-químicas a las muestras provenientes de estos instrumentos.

#### *Restos de color en metates*

Rojos: Este grupo de color lo conforman cinco muestras que presentan cierta homogeneidad en cuanto al tono de rojo, *10R 5/6 red*, siendo un patrón en todas ellas la escasez de material colorante presente. Debido a lo anterior solo ha sido posible aplicar XRF y XRD a dos de las cinco muestras de color.



**Figura 15.** IL41A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

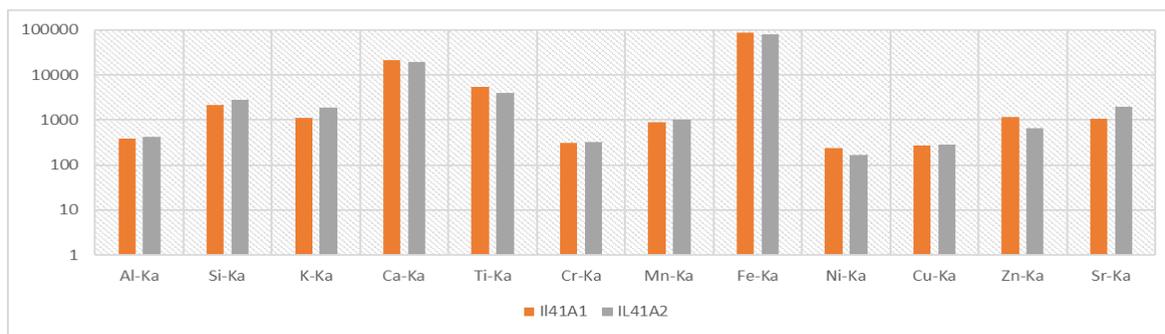
La revisión de las muestras de rojo bajo microscopía óptica con aumentos de 30X y 35X (IL32A1, IL32A2, IL41A1, IL41A2, IL53A) ha permitido observar pequeños terrones menores a 0.5 mm de color rojo, *10R 5/6 red*, como se observa en la muestra IL41A1. Justo en el centro de la imagen se percibe un pequeño terrón de color rojo, *10R 5/6 red*, de composición homogénea y tono oscuro (Figura 15) o en asociación a un material blanquecino en la muestra IL53A, donde se percibe aglutinado con un material blanquecino, mostrando de nuevo un tono oscuro, aunque con una composición más heterogénea (Figura 16).



**Figura 16.** IL53A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

Del total de cinco muestras de color rojo observadas sólo se pudo realizar XRF sobre dos de ellas debido a la escasez de muestra de color propiamente dicha. Las muestras analizadas bajo XRF (IL41A1 e IL41A2) han arrojado una información similar, presentando los mismos tipos de elementos químicos con un número de conteos similar.

Como se percibe en el Gráfico 2, ambas muestras presentan valores promedio similares, siendo el hierro (Fe) y el calcio (Ca) los elementos químicos con mayor número de conteos, viniendo tras ellos elementos como titanio (Ti), silicio (Si), potasio (K) estroncio (Sr) y zinc (Zn). Ya con valores mucho más bajos aparecen elementos químicos como el manganeso (Mn), el aluminio (Al), el cobre (Cu) o el cromo (Cr). Sin embargo, estos datos



**Gráfico 2.** Valores promedio de rojos. Fuente: elaboración propia.

deben ser tomados con cautela, puesto que la escasez de color presente en ambas muestras posibilita que se haya analizado parte del sedimento de Xalla presente en la muestra.

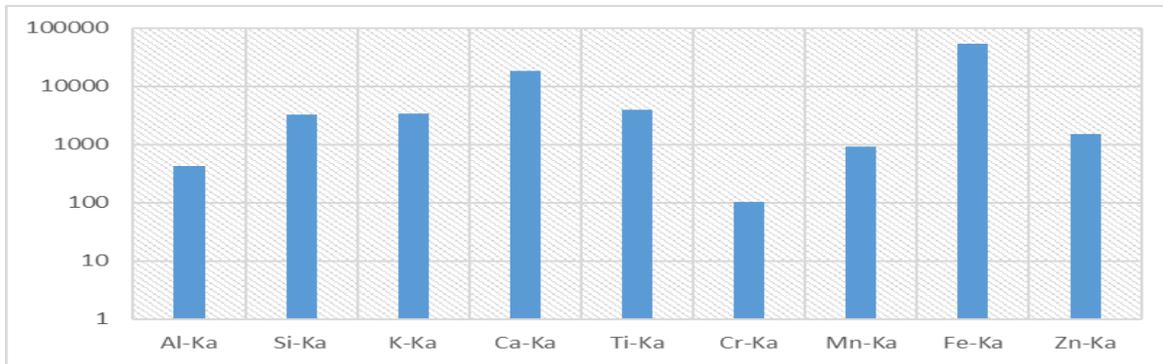
La muestra IL53A se analizó mediante SEM-EDX arrojando unos resultados que han permitido plantear una mezcla de hematita y calcita, puesto que la cuantificación de la química elemental (Anexo SEM-EDX, p. 335) ha proporcionado porcentajes mayoritarios de Fe y Ca en la muestra, además de otros elementos minoritarios como Si, K, Ti, Al y magnesio (Mg).

Naranjas: En el grupo de los metates solo una de las muestras (IL42A1) presentó restos de color naranja, *10R 4/8 red*. Como ocurre con el resto de los restos de color en metates, éstos son muy escasos, algo que se puede apreciar en la imagen tomada bajo microscopía óptica (Figura 17). Bajo LM se pudo observar la heterogeneidad del material colorante, pudiendo apreciar granos de color amarillo, rojo de diversos tonos y negro, a la vez que una leve pátina blancuzca. La diversidad de colores en los granos del resto de color, así como la aparente diferencia en cuanto a granulometría permite plantearse la posibilidad de que se trate de una mezcla de materias primas.



**Figura 17.** IL42A1. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

La muestra de color naranja (IL42A1) pudo ser analizada bajo XRF. La experimentación generó unos resultados marcados por los altos valores de Fe, Ca, K y Ti principalmente (Gráfico 3). Los valores de Fe y Ti generados por el XRF podrían responder a una mezcla de diversos óxidos de hierro, aunque dado que no se le pudo aplicar un mayor número de técnicas a la presente muestra, no es posible aseverar esta hipótesis. Los valores de silicio y aluminio podrían relacionarse a la presencia de arcillas.



**Gráfico 3.** Valores promedio naranja (IL42A). Fuente: elaboración propia.

Amarillos: Del grupo de metates revisados, son dos los que preservaron restos de color amarillo. A partir de la revisión de las dos muestras de amarillo bajo LM se observaron diferencias en cuanto su color: el primero de un tono más cálido, casi naranja, *5YR 5/8 yellowish red* (IL43A) (Figura 18.1) y el segundo de tono más pálido (IL44A) (Figura 18.2).

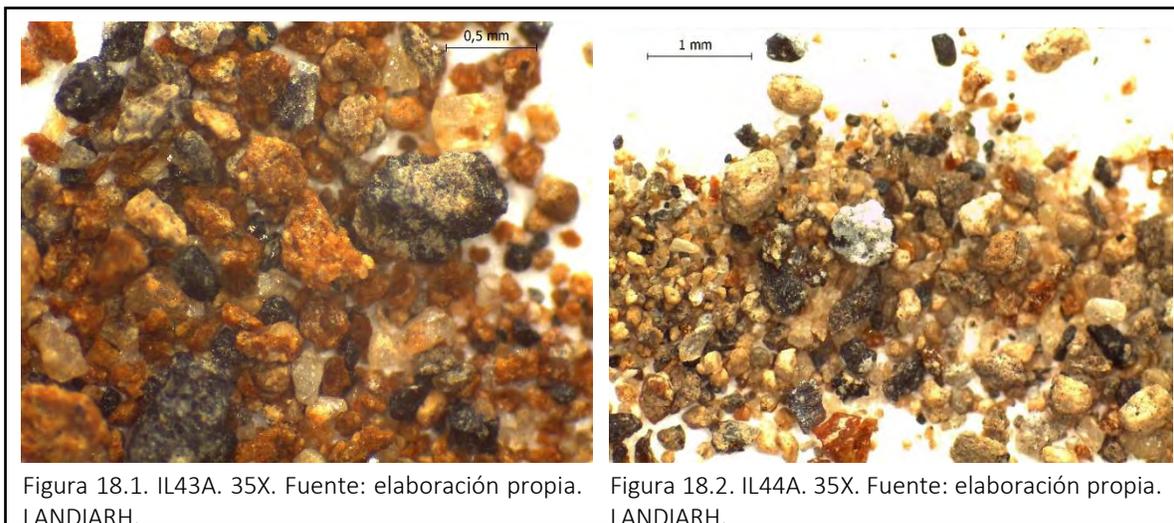


Figura 18.1. IL43A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

Figura 18.2. IL44A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

**Figura 18.** Imágenes LM de amarillos en metates.

Las imágenes tomadas permiten observar la diferencia en cuanto a composición y granulometría de ambas muestras de amarillo. En la muestra IL43A, la de matiz más anaranjado, se puede percibir la poca homogeneidad que presentan los granos de color, así como los diversos colores que tienen los granos que la conforman, en la que destaca un material agregado blanco de mayor tamaño de grano.

En la muestra IL43A el material que otorga el croma amarillo es totalmente homogéneo con una granulometría bastante regular. Gracias al examen por LM podemos observar los agregados que se le añadieron al material colorante en forma de partículas blancas y negras de tamaño irregular, así como también pequeños fragmentos cristalinos.

A las muestras de amarillo obtenidas de los metates de Xalla, se les pudo aplicar dos técnicas arqueométricas, XRF a la muestra IL44A y SEM-EDX a la muestra IL43A, con el objetivo de obtener información de índole elemental y microestructural. El análisis realizado a la muestra IL44A con XRF indica que los elementos químicos con mayor número de conteos son el Fe y el Ca, K, Ti y Si, Sr y Zn (Gráfico 3). Los elementos identificados por XRF nos llevan a pensar en la presencia de algún óxido de hierro presente en forma de tierra natural ligado a algún compuesto de calcio (Gráfico 4).

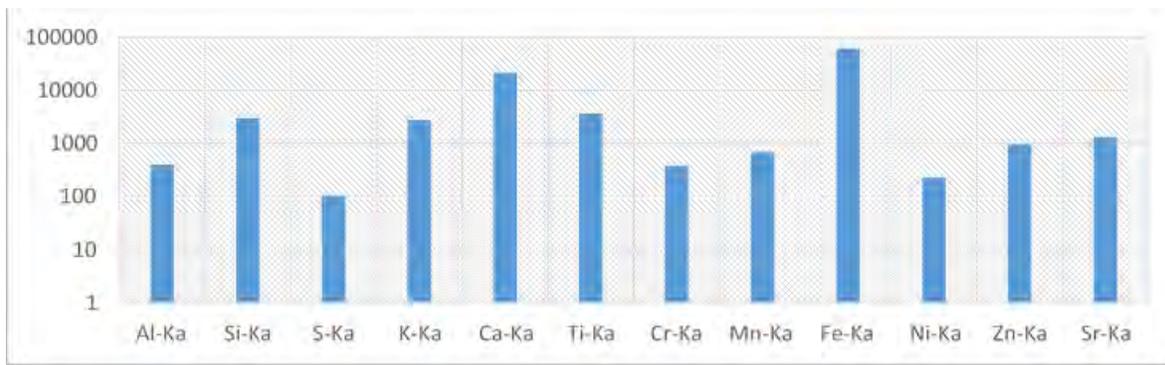


Gráfico 4. Valores promedio amarillo (IL43A). Fuente: elaboración propia

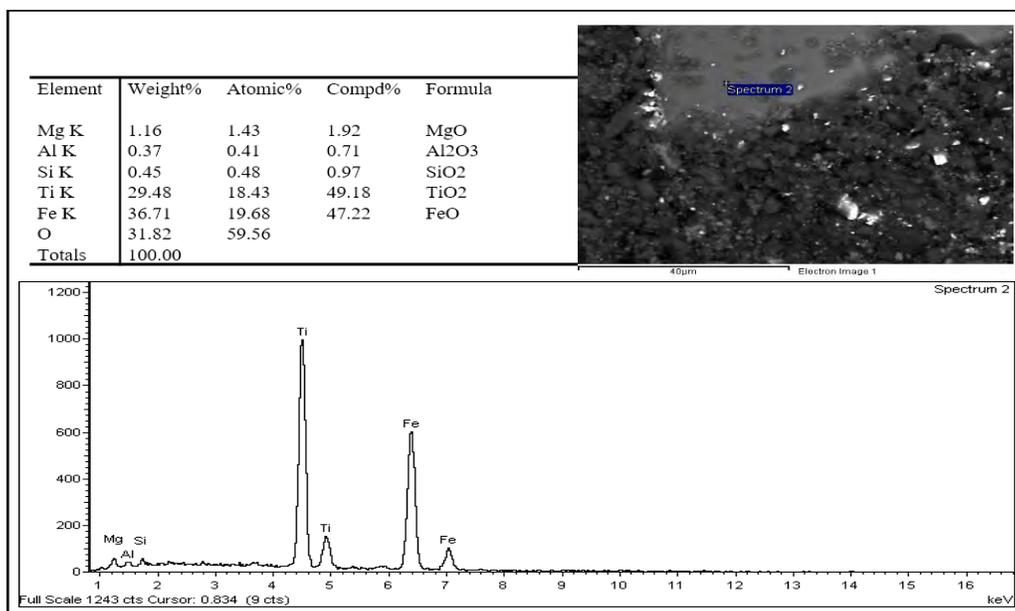


Figura 19. Resultados SEM-EDX de IL43A. Fuente: Laboratorios centrales UVEG.

Los resultados acerca de la química elemental generados por SEM-EDX de IL43A permiten plantear que este amarillo de tonalidad rojiza pueda corresponder a ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ), ya que los análisis puntuales realizados en los gránulos de este material han proporcionado altos valores de titanio asociado al hierro como se puede ver en la microimagen generada, permitiendo la identificación de este óxido de hierro y titanio (Figura 19).

#### *Análisis del metate 79658 mediante la metodología de extracción de fitolitos*

El proceso de análisis de fitolitos aplicado a uno de los metates (79658) (Figura 20), resultó en la identificación de varios elementos en la superficie y los poros del metate. Para ello, se ha seguido la metodología de extracción, revisión y conteo de fitolitos elaborado por Dolores Piperno (Piperno, 2006) y optimizado por la Mtra. Judith Zurita Noguera<sup>16</sup> para la búsqueda de restos materiales utilizados en la elaboración de pigmentos y colorantes como restos minerales o de materiales orgánicas.



**Figura 20.** Metate (79658) sobre el que se realizó la experimentación para la extracción de fitolitos. Fuente: Rogelio Santiago Salud, IIA-UNAM.

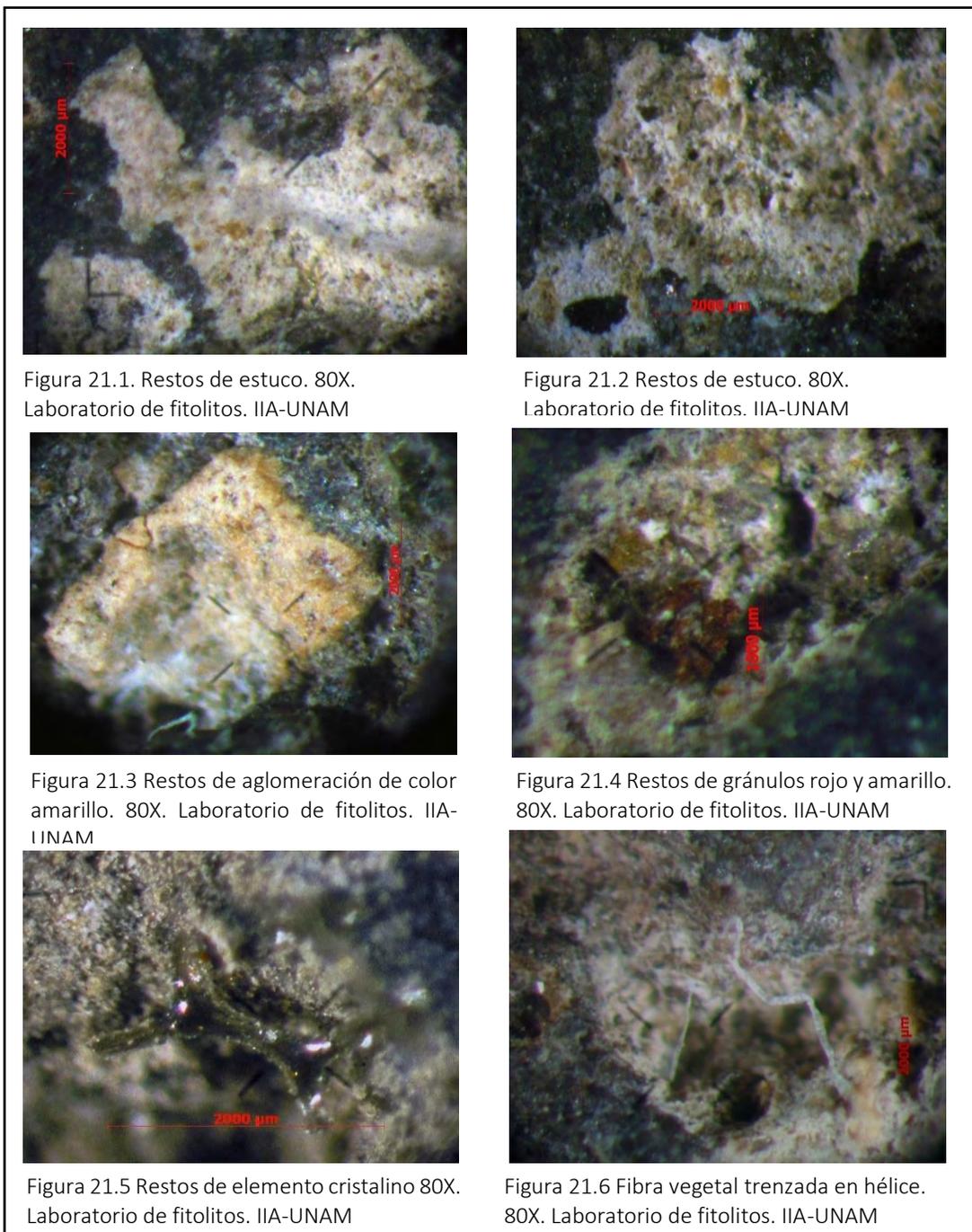
Durante el proceso de revisión de la superficie de trabajo del metate, realizado en una piedra volcánica porosa, se pudo observar una notable diversidad de elementos preservados en los poros de la pieza. Ejemplo de lo anterior son fibras vegetales trenzadas, restos de material blanco similar a cal o estuco, restos de material de aspecto pastoso y brillante de color amarillo, rojo y rojizo-naranja, además de granos de color rojo, partículas cristalinas y elementos de posible naturaleza orgánica (Figura 21).

Una vez realizado el proceso de extracción y tratado de las muestras siguiendo los pasos indicados en el apartado metodológico del capítulo uno, se realizó la revisión de las

---

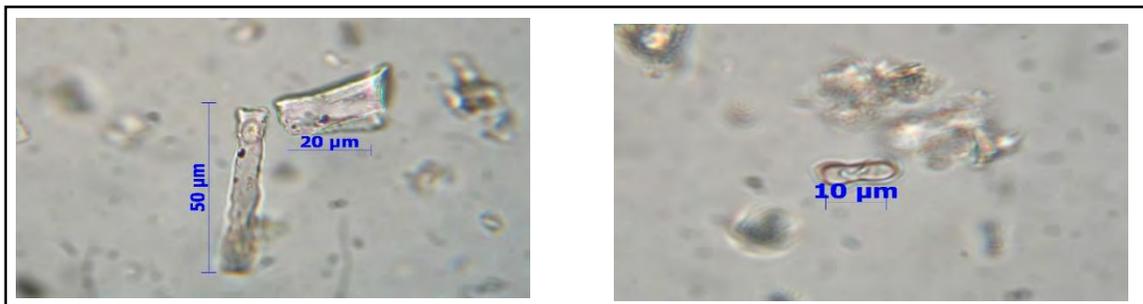
<sup>16</sup> Laboratorio de Fitolitos. Instituto de Investigaciones Antropológicas. UNAM

dos láminas con muestra de cara a realizar la identificación y conteo de los fitolitos que pudiera haber, así como observar restos de los elementos observados en la revisión superficial.



**Figura 21** Fotografías tomadas del interior de los poros del metate durante la revisión de la superficie del metate. Fuente: elaboración propia

Las revisiones de las dos laminillas de muestra revelaron una notable cantidad de fitolitos en ambas muestras (>200 fitolitos), particularmente aquellos asociados a gramíneas, principalmente células largas, células cortas de la subfamilia de las panicoides o células buliforme (Figura 22).



**Figura 22.** Ejemplo de fitolios de gramíneas. Células largas y buliformes en la imagen derecha y panacoide en la imagen izquierda.



Figura 23.1 Fibra trenzada roja.

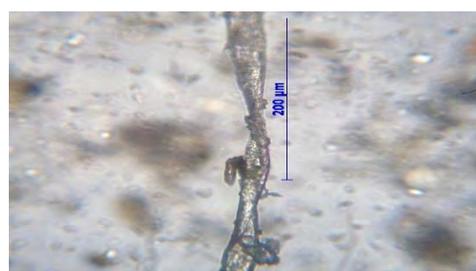


Figura 23.2 Fibra trenzada.



Figura 23.3 Resto de pigmento anaranjado.



Figura 23.4 Resto de elemento verde.



Figura 23.5 Resto de pigmento rojo.

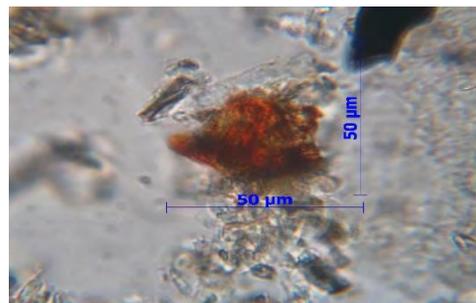


Figura 23.6 Resto de pigmento rojo.

**Figura 23.** Fotografías tomadas durante el proceso de revisión de las portamuestras. Fuente: elaboración propia. IIA-UNAM.

Junto a la gran cantidad de fitolitos, se pudo observar restos de fibras vegetales trenzadas incoloras y de color rojo y azul, además de restos de cenizas y carboncillos, restos de pigmento rojo y anaranjado, y restos de un elemento de tono verdoso y que podría ser tanto un pequeño fragmento de mica, abundante en Xalla o una esquirla de olivino procedente del metate ya que la materia común donde se realizaban estos molinos en Teotihuacan solía ser basalto olivínico (Figura 23).

A partir de la revisión realizada de las muestras de extracción realizada de la superficie del metate es posible concluir lo siguiente: se ha observado una gran diversidad de elementos, con una gran cantidad de fitolitos asociados a gramíneas relacionadas con las especies vegetales presentes en el pasto típico del valle de Teotihuacan y no con gramíneas destinadas a la alimentación. La gran presencia de estos fitolitos, unidos a la abundancia de restos de cal y partículas cristalinas, permiten plantear la posibilidad de que se pudiera haber estado elaborando algún tipo de material constructivo similar al adobe.

Lo anterior, unido a la presencia de elementos que podríamos asociar a la elaboración de color, como restos de cal y estuco, pasta de coloración amarilla, restos de materiales rojos y amarillos lleva a pensar que el presente metate pudo haber sido un objeto multifuncional de uso no doméstico, empleado tanto para la elaboración de material constructivo como para realizar algún tipo de trabajo relacionado con el molido o mezclado de materiales para la elaboración de color. Los resultados generados con el análisis de tan solo un metate, invitan a plantear futuras investigaciones en el resto de metates recuperados en Xalla con el objetivo de indagar en los usos que se le daba esta tipología de objetos líticos de este complejo palaciego teotihuacano.

#### *Restos de color en metlapiles*

Rojos: El grupo de las manos de metate con evidencias de material colorante rojo suman un total de cuatro ejemplares. Tres de las cuatro muestras (IL63A, IL64A3, IL65A, P16A) de color rojo, *10R 5/8 red*, fueron revisadas bajo LM y dos se analizaron bajo SEM-EDX, lo que permitió

reunir información sobre los elementos químicos presentes en las muestras y la microestructura de las mismas. homogeneidad en su composición.

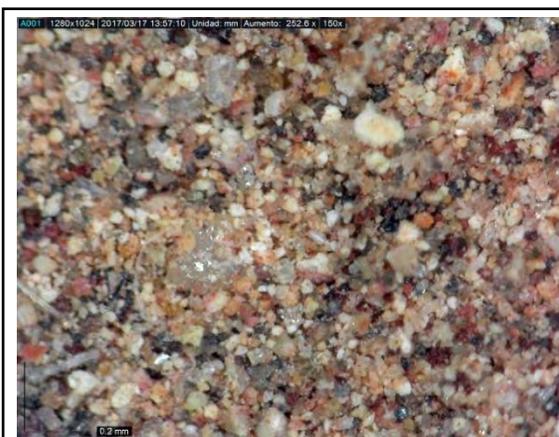


Figura 24.1 P16A. 150X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH



Figura 24.2 IL63A 35X. Fuente: Elaboración propia. LANDIARH

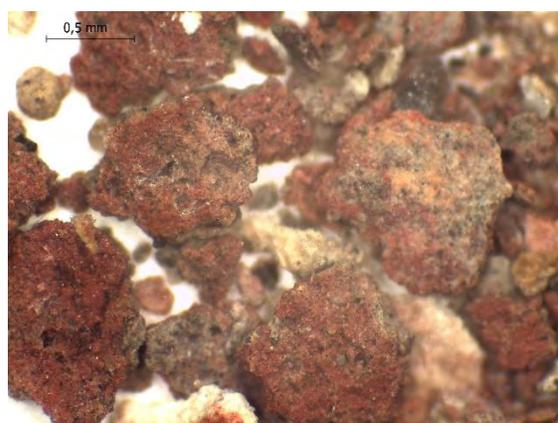


Figura 24.3 IL64A3. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH



Figura 24.4 IL65A. 25X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH

**Figura 24.** Imágenes LM de los rojos de metlapiles.

La muestra P16A, a pesar de su color rojo intenso, bajo LM presenta una gran heterogeneidad en su composición, ya que tal y como se observa en la Figura 24.1 es conformada por una gran variedad de elementos, todos ellos de granulometría similar y con presencia de gránulos de color rojo, rosa y ocre. Por su parte, la muestra IL63A posee muy pocos restos de color, siendo en su mayor parte sedimento del contexto arqueológico. Los restos de color de IL63A tienen un color rojo oscuro, de aspecto compacto y composición homogénea (Figura 24.2).

Las otras dos muestras de color rojo recuperadas de los metlapiles de Xalla, IL64A3 e IL65A, poseen un grano de mayor tamaño además de una composición heterogénea, con materiales agregados de color negro y lustre metálico, y elementos cristalinos (Figuras 24.3 y 24.4). En lo relativo al color de las muestras, ambas presentan un color rojo oscuro sin presentar homogeneidad en el mismo. Como se observa en las imágenes LM, el color rojo oscuro no es uniforme ya que, las muestras de color poseen áreas de tonos rosados, amarillos y naranjas. Bajo LM se ha observado que las tres muestras comparten el tono oscuro del rojo, sin embargo, la muestra IL63A parece poseer un grano más fino a la vez que una mayor heterogeneidad. (Figura 24.3).

Esta primera observación de las muestras induce a pensar en la hipótesis de que IL64A3 e IL65A puedan responder a tierras rojas, posibilidad que será refutada o rechazada con el SEM-EDX.

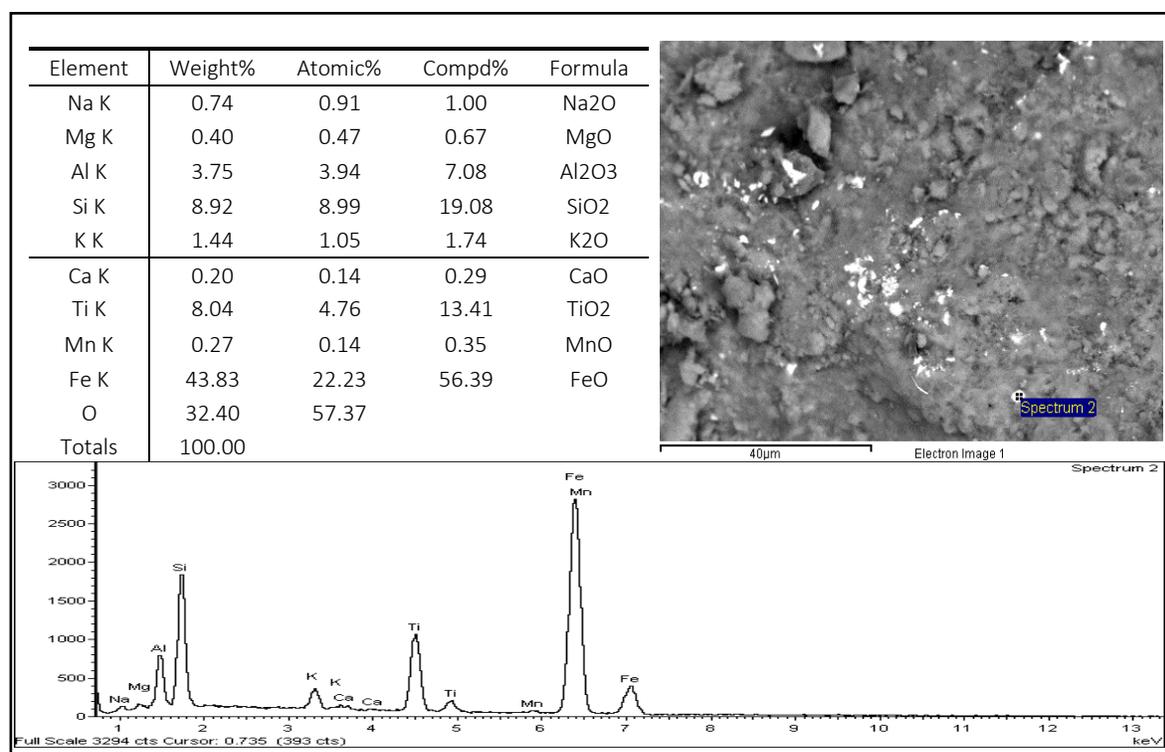


Figura 25. Resultados SEM-EDX de IL64A3. Fuente: Laboratorios centrales UVEG

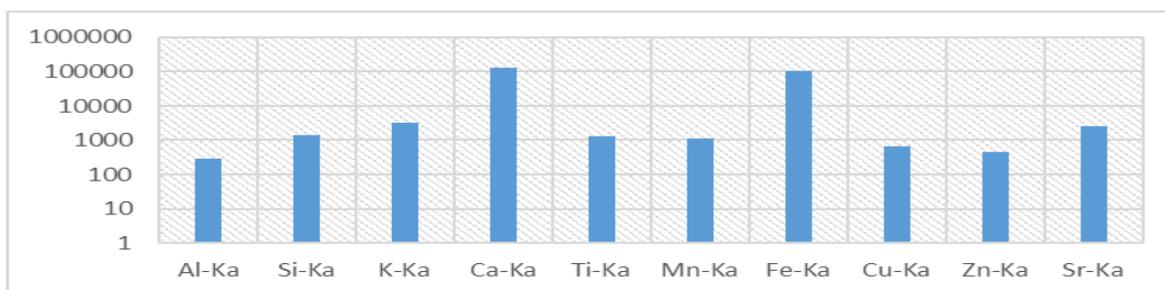
El análisis bajo SEM-EDX identificó para IL64A3 altos valores de Fe y Ti, además de Mn, Al, Si, Mg y K. Los altos niveles de Ti asociados al Fe nos llevan a pensar que se podría tratar de una ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ) (Figura 25). Las proporciones de K, Al y Si, llevan a pensar que

la muestra contenga algún tipo de aluminosilicato arcilloso, por lo que la muestra podría contener una tierra natural. La anterior interpretación unida a la imagen generada bajo LM, donde se aprecian restos de material anaranjado junto a los terrones de color rojo, nos lleva a plantear la posibilidad de que se estuviera realizando una mezcla de una tierra natural junto con ilmenita. Esta mezcla podría responder a la búsqueda de un rojo de matiz anaranjado o naranja oscuro.

Por su parte, la muestra IL65A, de tono algo más oscuro que la muestra comentada en el párrafo anterior, mostró altos valores de Fe y Ca, junto con Si, K, Ti, Mn, Al y Mg. Los datos sobre la química elemental de la muestra junto con las imágenes generadas, permiten pensar en la que el croma rojo de la misma responda a su naturaleza terrosa dados los valores de hierro, silicio, aluminio y potasio que se identificaron. Junto a la tierra roja, los resultados de SEM-EDX permiten plantear que la muestra contenga algún compuesto de calcio como la calcita, pudiendo haber sido empleado para otorgar claridad y consistencia al pigmento (Anexo SEM-EDX, p.339).

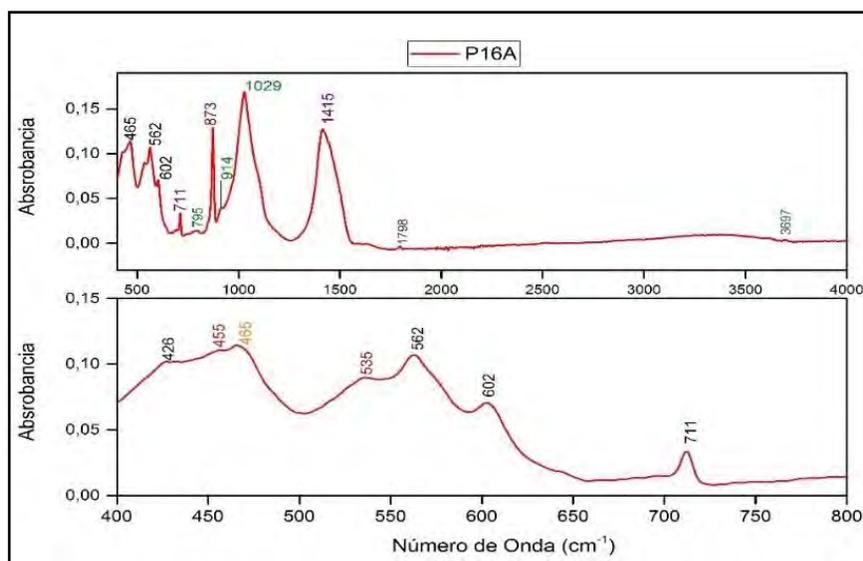
Por su parte, a la muestra P16A se le pudo realizar además de la experimentación bajo XRF, FTIR-ATR y XRD, lo que ha permitido ahondar en algunos de los compuestos minerales que componen la muestra de color.

La química elemental identificada para P16A es concordante con la característica de las tierras naturales (Gráfico 5). La muestra presenta el Ca y el Fe como los elementos con mayor número de conteos, pudiendo pensar en compuestos de Ca y de Fe como principales componentes del pigmento P16A. La presencia de K y de Sr, junto con Si y Al, apoyan la hipótesis de partida de que P16A corresponda a una tierra roja.



**Gráfico 5.** Resultados XRF de P16A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Los análisis con FTIR-ATR han permitido a su vez caracterizar de manera inequívoca la presencia de calcita ( $711\text{ cm}^{-1}$ ,  $783\text{ cm}^{-1}$ ,  $1415\text{ cm}^{-1}$ ,  $1795\text{ cm}^{-1}$ ), además de presentar picos de hematita ( $455\text{ cm}^{-1}$ ,  $535\text{ cm}^{-1}$ ) y de caolinita ( $795\text{ cm}^{-1}$ ,  $1029\text{ cm}^{-1}$  y  $3697\text{ cm}^{-1}$ ) (Figura 26) (Chukanov, 2014:131, 250, 473). De manera hipotética es posible plantear la presencia de una banda de otro óxido de hierro como es la goethita en  $465\text{ cm}^{-1}$ , aunque este último planteamiento es solo una posibilidad, ya que no se perciben otras bandas características de este compuesto mineral.



**Figura 26.** Espectrograma FTIR-ATR de P16A. En Violeta: calcita, Verde: Caolinita, Rojo: Hematita, Amarillo: ¿Posible goethita?

Por su parte, el difractograma generado por XRD (anexo XRD, p. 327) confirman alguno de los compuestos identificados bajo espectroscopía IR como la calcita, además de aportar un nuevo compuesto, la magnetita ( $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$ ), la cual debido a su lustre metálico y raya<sup>17</sup> negra pudo haber sido empleada para oscurecer el naranja, dotarlo de brillos o que su presencia responda a la composición de la tierra natural. Como se verá más adelante, esta cualidad óptica, la del brillo, debió ser una máxima en la preparación de pigmentos en Xalla, y posiblemente en Teotihuacan de forma general.

Naranjas: el grupo de los restos de color en las manos de metate está compuesto por tres muestras (IL64A1, IL64A2, P14A). Bajo LM fue posible revisar las dos primeras, IL64A1, e

<sup>17</sup> Propiedad física de los compuestos minerales. La raya es el color resultante del rayado o pulverizado de un mineral.

IL64A2, las cuales fueron tomadas del mismo metlapil. Estas dos muestras de color naranja presentan diferentes tonos, mientras que IL64A1 presentan un tono de naranja más oscuro de matiz rojizo, *10R 5/8 red* (Figura 27.1), la muestra IL64A2 muestra un naranja de matiz más amarillento, *2.5YR 6/8 light red* (Figura 27.2). Ambas muestras presentan composiciones heterogéneas y diversidad tanto en tamaño de grano como en los colores de los distintos granos de material colorante.

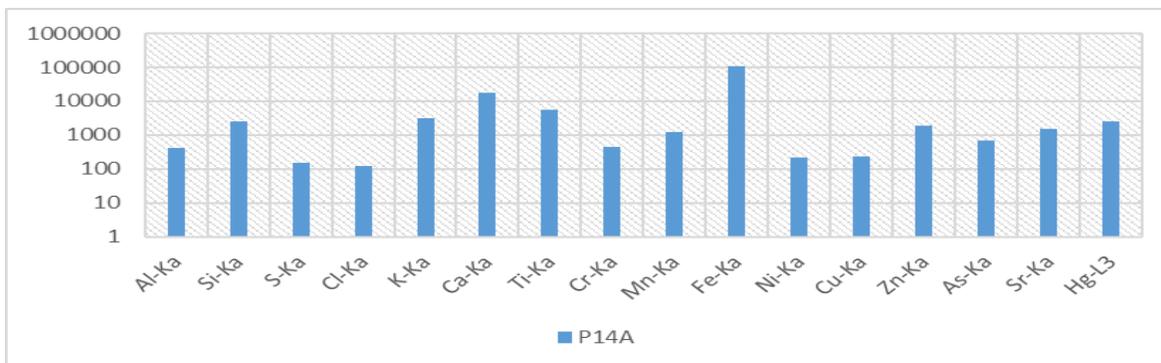


**Figura 27.** Imágenes LM de los naranjas en los metlapiles de Xalla. LANDIARH.

Ambas muestras de naranja fueron seleccionadas para ser analizadas con SEM-EDX en los laboratorios centrales de la UVEG, generando resultados similares. Ambas muestras mostraron una química elemental similar, identificando Fe, Ca, Si, K, Mn, Al y Mg, lo que unido al análisis de las imágenes generadas, ha llevado a plantear una mezcla de hematita asociada a silicatos arcillosos fibrosos, un ejemplo podría ser la caolinita, junto con calcita, lo que permite caracterizar la muestra como una mezcla de tierra roja más calcita (Anexo SEM-EDX, pp. 336-337).

A la muestra restantes de naranja P14A se le aplicó XRF, determinado esto último por la cantidad de muestra que pudo ser tomada. La muestra de color naranja es de un color naranja vivo, *5YR 7/8 reddish yellow*, de consistencia polvorosa y preservado en los poros del metlapil.

Los resultados de XRF representados en el Gráfico 6 muestran un mayor número de cuentas de Fe, lo que podría responder a que la muestra estaría compuesta por óxidos de hierro. Muy por debajo del número de conteos de hierro se sitúa el del Ca. Tras estos dos elementos, Fe y Ca, sigue un “segundo grupo” de elementos presentes en la muestra con un número de cuentas similar como el Ti, el Sr –presencia ligada a las tierras naturales-, K y Si; entre éstos destaca el mercurio (Hg) presente en P14A (Gráfico 6).

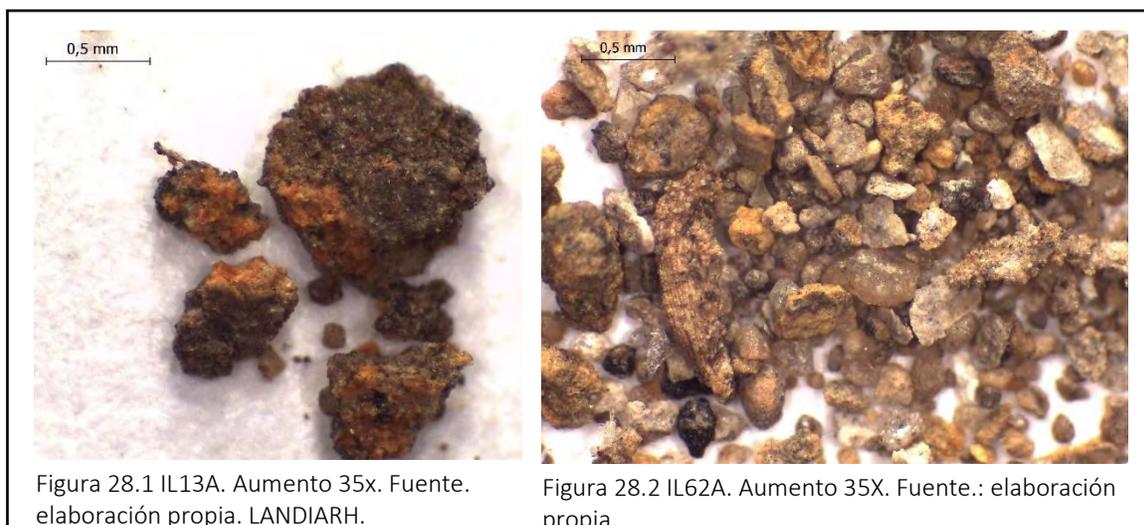


**Gráfico 6.** Resultados XRF de P14A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

La química elemental de la muestra lleva a pensar que el croma de la muestra responde principalmente a una combinación de óxidos de hierro con algún compuesto de calcio. Destaca la presencia de mercurio en P14A, lo que junto a su color naranja vivo y luminoso lleva a que se plantee la opción de que pudiera contener cinabrio (HgS) en baja proporción. Lo anterior viene por el hecho de que el tubo que genera los rayos X del equipo SANDRA es de molibdeno (Mo), cuyos valores de energía de sus rayos X característicos ( $L_{\alpha 1}$  y  $L_{\beta 1}$ ) coinciden con los del azufre (S) ( $K_{\alpha 1}$  y  $K_{\beta 1}$ ). Por lo tanto, este equipo está limitado la hora de identificar este último elemento químico. Con todo, la presencia de Hg con los valores anteriormente comentados, y la limitación generada por el tubo de rayos X, hace que sea posible afirmar que la presente muestra contenga restos de cinabrio.

Amarillos: las dos muestras de amarillo tomadas de manos de metate sólo han sido analizadas bajo LM debido a la escasez de restos de color y por la necesidad de priorizar otras muestras con mayor cantidad de material colorante. Las muestras de color (IL13A, IL62A) presentan una tonalidad de amarillo muy diferenciada, mientras que IL13A presenta un amarillo oscuro de matiz anaranjado, *10YR 7/8 yellow orange* (Figura 28.1), la muestra IL62A

corresponde a un amarillo ocre, *10YR 6/8 brownish yellow* (Figura 28.2). Las dos muestras poseen una granulometría fina, aparentemente sin materiales agregados. Sin embargo, la muestra de amarillo IL13A presenta cierta diversidad cromática en sus granos, mientras que IL62A es totalmente homogénea en este sentido. Como se puede observar en ambas imágenes tomadas con aumento de 35X, la cantidad de material colorante presente es muy baja, hecho que propició que se escogieran otras muestras para realizar análisis en mayor profundidad.



**Figura 28.** Imágenes LM de los amarillos en metlapiles. LANDIARH.

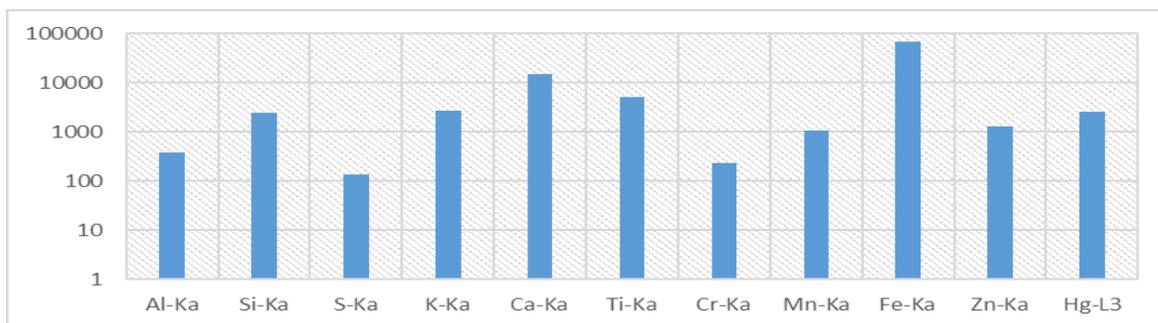
ii. *EL color de las manos de mortero de Xalla*

El grupo de las manos de mortero presentó restos de color naranja y amarillo, sin que se observaran restos de color en los objetos líticos con una posible función de mortero. Los restos de material colorante presevado en las manos de mortero son escasos, apareciendo en pequeñas acumulaciones en los poros situados en las superficie de trabajo de los objetos.

Naranjas: el grupo de los naranjas está representado en las manos de mortero de Xalla por una única muestra (P13A), la cual fue tomada de una mano de mortero de tipología esferoidal (53876) realizada en una piedra volcánica densa. De esta pieza se extrajeron restos de color naranja, *5YR 6/8 reddish yellow*, entre las oquedades que presentaba la pieza en su

superficie de trabajo. La escasez de material colorante que pudo ser muestreado, ya que éste se presentaba como una leve pátina de polvo, determinó que sólo pudiera ser analizada bajo XFR.

Los elementos químicos presentes en la muestra de naranja P13A arrojan datos interesantes. Tal como se viene observando a lo largo del capítulo, el Fe vuelve a ser el elemento químico que mayor número de cuentas presenta, hecho que nos lleva de nuevo al ámbito de los óxidos de hierro. Aparece de nuevo el Ca con unos valores representativos que indicarían la presencia en la muestra de algún compuesto de calcio. Los siguientes elementos químicos de la muestra, ya con valores inferiores a los 10,000 conteos, son el Ti y Hg, ambos con un número de cuentas considerable que nos permite pensar en que son parte significativa en el cromograma de la muestra (Gráfico 7).

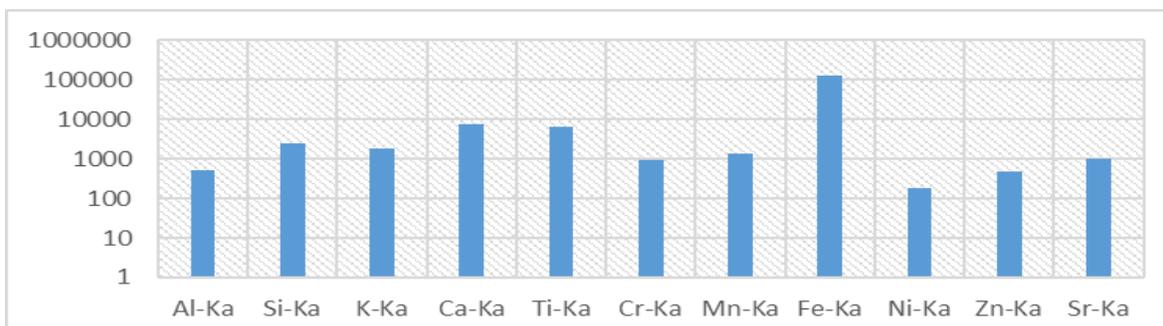


**Gráfico 7.** Resultados XRF de P13A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Ante la imposibilidad de aplicar otras técnicas a la presente muestra por la escasa cantidad de muestra, se plantea de manera hipotética que la muestra P13A pueda corresponder a una mezcla de óxidos de hierro simple como podría ser la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) u óxidos complejos como la ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ), y algún compuesto con mercurio como el cinabrio ( $\text{HgS}$ ), al igual que ocurre con la muestra de naranja P14A<sup>18</sup>, y en otros ejemplos de pigmentos naranjas caracterizados en Teotihuacan (M. T. Doménech Carbó et al., 2012; Vázquez de Ágredos & Manzanilla, 2016).

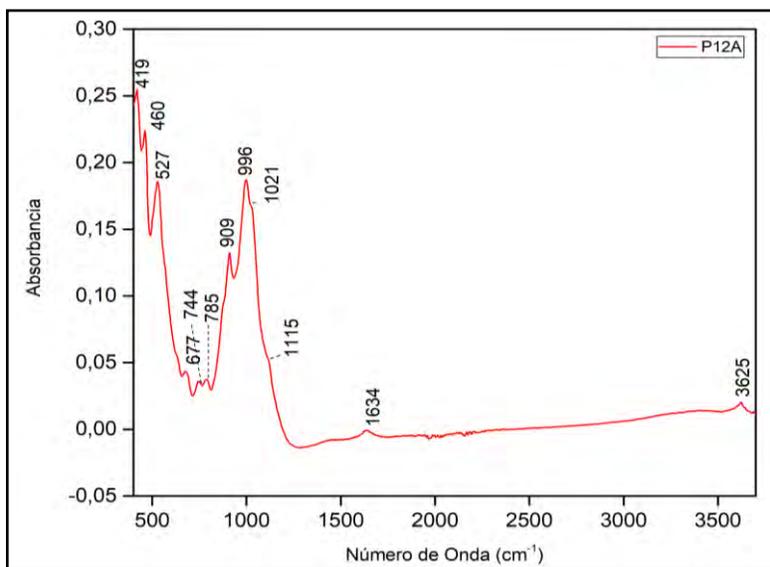
<sup>18</sup> Véase apartado de naranjas en metlapiles

Amarillo: la muestra, P12A, de material colorante amarillo, 7.5YR 7/8 reddish yellow, posee un tono cálido y matiz anaranjado. Los datos sobre su química elemental arrojados y expuestos en el Gráfico 8, indican que nos encontramos ante un óxido de hierro, dado los altos valores de hierro (Fe), posiblemente una tierra natural por la presencia de Ca, K y Sr (gráfico 6).



**Gráfico 8.** Resultados XRF de P12A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF

La posibilidad de que la presente muestra de amarillo fuera una tierra natural fue confirmada con el análisis FTIR-ATR, donde la relación de intensidades y las bandas mostradas en el siguiente espectro confirman que se trata de un ocre, conformado por un óxido de hierro y un silicato arcilloso, en este caso el caolín (Vahur, Teearu, Peets, Joosu, & Leito, 2016) (figura 29).



**Figura 29.** Espectrograma FTIR-ATR de P12. Fuente. Elaboración propia, LANCIC-IF.

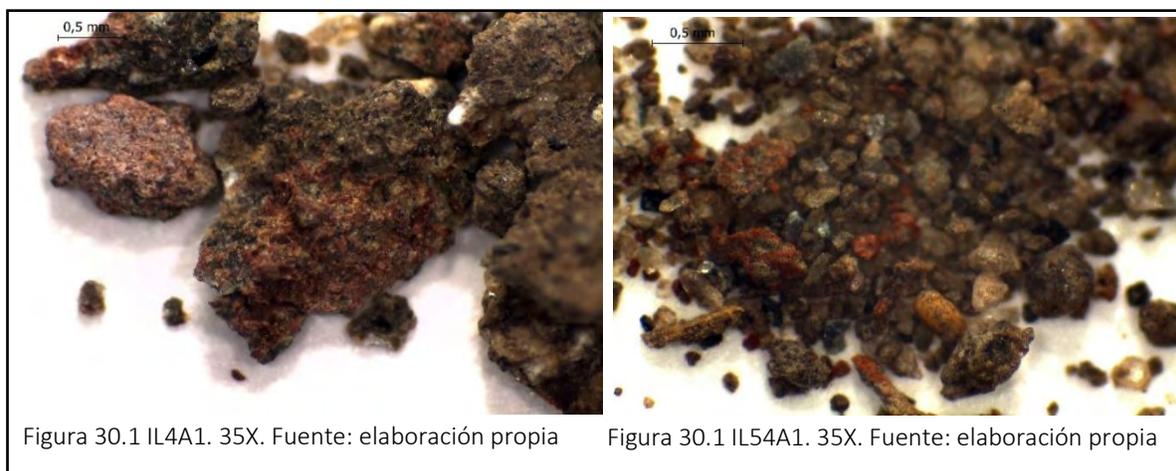
Por último, la presente muestra se analizó mediante XRD, cuyos resultados determinaron la presencia de magnetita, posiblemente vinculado a la naturaleza terrosa del pigmento, albita, común entre el sedimento de Teotihuacan, y una variedad de mica no reportada hasta la fecha en Xalla denominada margarita ( $\text{CaAl}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ ) (Anexo XRD, p. 326).

iii. El color en los machacadores y percutores de Xalla

La gama cromática observada en los machacadores y percutores revisados comprende el rojo con dos tonos, las muestras IL4A1 e IL54A con un rojo oscuro, *10R 3/6 dark red* y la muestra IL4A3 con un rojo más claro, *2.5YR 6/6 light red*. Junto al rojo, estos instrumentos preservaron restos de color amarillo con dos matices, uno de matiz más pardo, *10YR 6/8 brownish yellow*, y otro de un tono ocre y más luminoso *10YR 5/8 yellowish brown*.

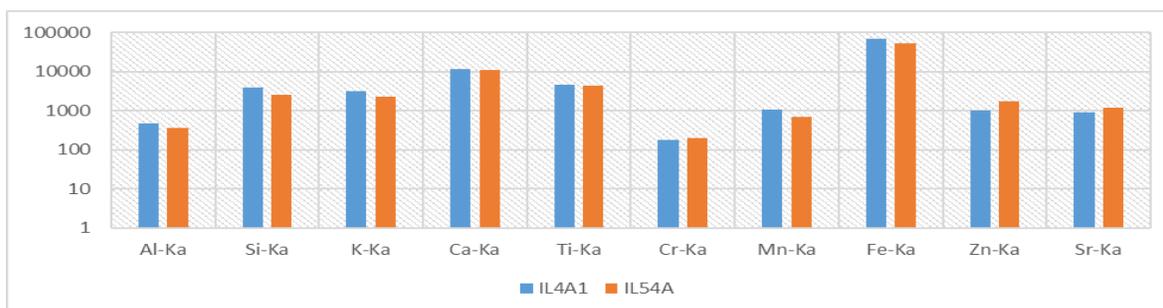
Rojos: el muestrario de objetos con restos de color rojo se compone de dos muestras, IL4A1, de color rojo intenso, *10R 3/6 dark red*, tomada de la superficie de trabajo de un machacador paralelepípedo (80927) y la muestra IL54A, de color rojo oscuro, *10R 3/6 dark red*, y tomada de la superficie de trabajo de un percutor esferoidal. A ambas muestras se les realizó la misma batería de técnicas, siendo revisadas bajo LM y analizadas con XRF y FTIR-ATR.

Ambas muestras fueron catalogadas en la revisión de los objetos líticos previa al muestro bajo el sistema Munsell como *10R 3/6 dark red*. Sin embargo, vemos en las imágenes que IL4A1 posee un tono más claro, de matiz rosado (Figura 30.1) mientras que en la óptica de IL54A observamos un rojo más intenso y uniforme (Figura 30.2), aunque se perciben pequeños terrones de coloración amarilla y acumulaciones donde parece que ambos colores se combinan, generando un tono anaranjado.



**Figura 30.** Imágenes LM de los rojos en los machacadores y percutores de Xalla. LANDIARH.

La observación de IL4A1 bajo el microscopio óptico permitió percibir su granulometría heterogénea, al igual que ocurre con su composición, ya que se observan pequeños cristales adheridos al material colorante, otorgándole brillo y luminosidad. Por su parte, los restos de color en IL54A se presentan de manera más compactada, con una granulometría fina y composición homogénea, tanto en las acumulaciones de material rojo como de material amarillo. Este comportamiento varía en el material anaranjado que se observa en segundo término de la imagen, ya que presenta una granulometría heterogénea, donde se observan granos de tamaño y color diversos.

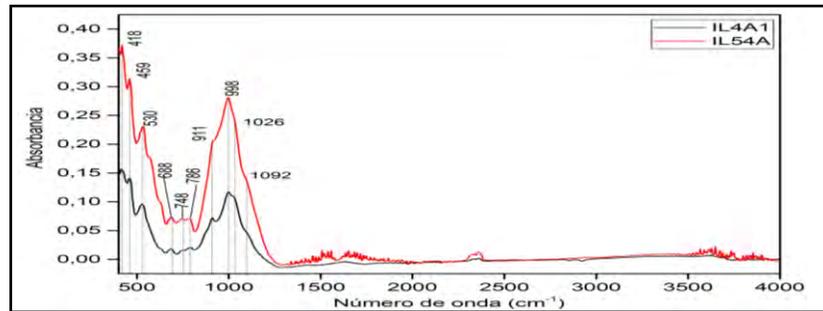


**Gráfico 9.** Resultados XRF de IL4A1 e IL54A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Las diferencias observadas entre ambos restos de color bajo LM, no son apreciables en los resultados generados por XRF, ya que ambas muestras presentan los mismos elementos químicos con unos valores semejantes. Ambas muestras poseen el Fe como elemento con mayor número de conteos, seguido muy por debajo por el Ca. Ambos elementos químicos, así como el número de conteos que presentan, junto con la presencia de Sr en ambas muestras, llevan a plantearnos que nos encontremos ante tierras rojas. Por otro lado, la identificación de Ti en un número considerable de conteos, puede responder a la presencia de algún compuesto con este elemento químico y que repercuta en el color de las muestras (Gráfico 9).

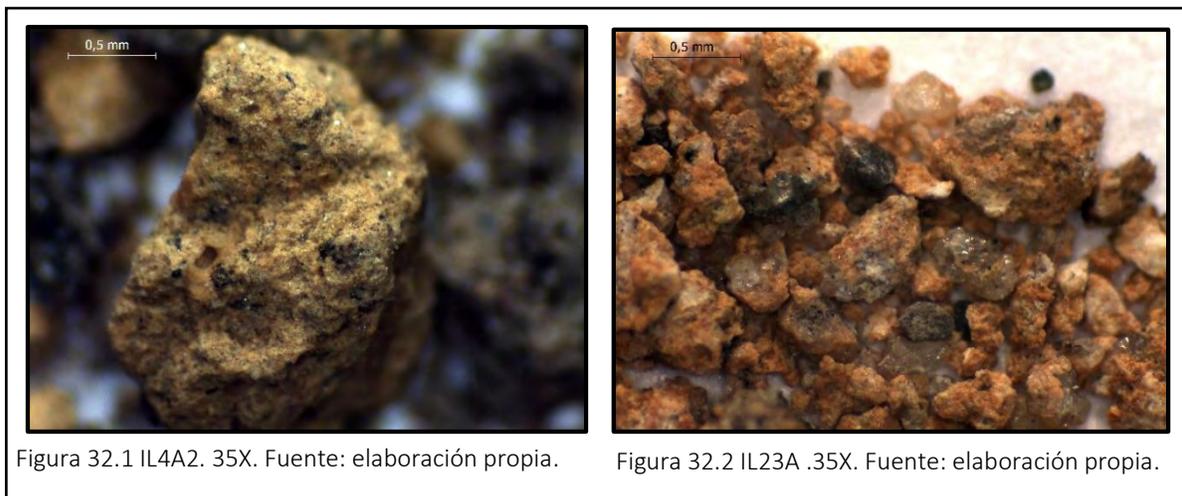
La posibilidad de que ambas muestras de color rojo correspondan a una tierra natural, se confirma con el espectro generado con FTIR-ATR, donde las bandas presentadas y la relación de intensidades entre éstas permiten caracterizar el material como una tierra roja natural compuesta por un óxido de hierro ( $Fe_2O_3$  + caolinita), con sus dos bandas en 459

cm<sup>-1</sup> y en 530 cm<sup>-1</sup> y de caolinita en 688 cm<sup>-1</sup>, 748 cm<sup>-1</sup>, 786 cm<sup>-1</sup>, 911 cm<sup>-1</sup>, 998cm<sup>-1</sup>, 1026 cm<sup>-1</sup> y 1092 cm<sup>-1</sup> (Vahur et al., 2016) (Figura 31).



**Figura 31.** Espectrogramas de rojos. Fuente: Elaboración propia. LANCIC-

Amarillos: Son dos las muestras de color que componen el grupo de los amarillos, ambas tomadas de las superficies de trabajo de dos machacadores. La primera posee un tono amarillo ocre, *10YR 5/8 yellowish brown*, y la segunda un color amarillo pardo más oscuro, de matiz anaranjado y con mayor brillo, *10YR 6/8 brownish yellow*.

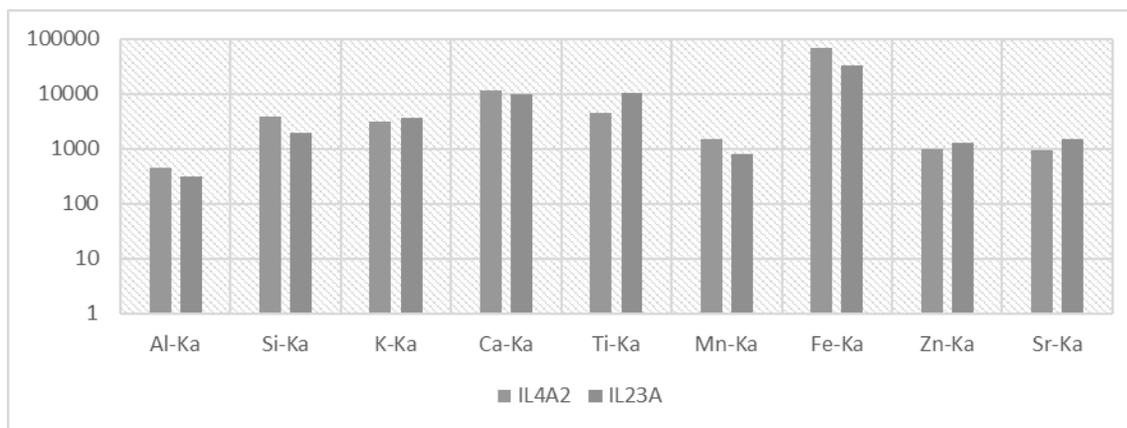


**Figura 32.** Imágenes LM de IL4A2 e IL23A. LANDIARH.

Las imágenes tomadas bajo LM con un aumento de 35X nos permiten observar perfectamente las diferencias que ambos restos de color muestran. La muestra de color amarillo IL4A2 se caracterizó por su consistencia arcillosa y húmeda, Junto a lo anterior, se observa una cierta homogeneidad en cuanto a su granulometría y heterogeneidad en cuanto a composición, puesto que se observan partículas negras de lustre metálico y partículas cristalinas que podrían haber fungido como cargas o material adherido para dotar de brillos a la materia colorante (Figura 32.1).

La muestra IL23A presenta una textura totalmente diferente a la muestra comentada en el párrafo anterior, de granulometría y composición más heterogénea que la anterior. En esta muestra de color se observan de manera clara partículas cristalinas que pudieron ser parte de los materiales agregados para dotar de características concretas al pigmento (Figura 32.2).

Los resultados XRF de IL4A2 e IL23A presentan una química elemental similar, con unos resultados semejantes a los amarillos de muestras anteriores y que responderían a ocre (Gráfico 10). Los valores de Ti de ambas muestras permiten pensar que forma parte de la composición principal de ambas. La comparación de los valores de Ti en relación a los de Fe, permite observar que en IL23A los valores de Ti superan las 10,000 cuentas, con una bajada del Fe en relación a éste, algo que ocurre a la inversa en la muestra IL4A2.



**Gráfico 10.** Resultados XRF de IL4A2 e IL23A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

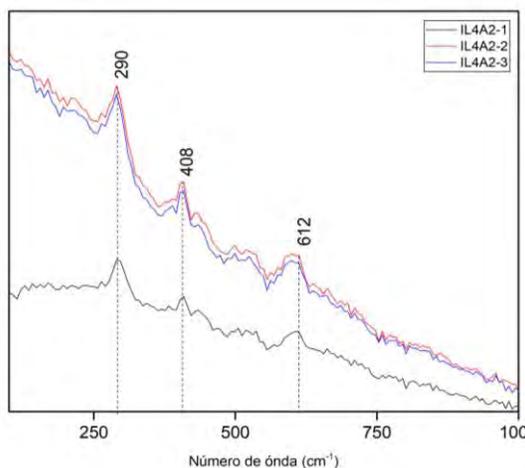
Con valores representativos también se identifican en ambas muestras Si, Mn, Zn, Al y K, este último es una constante en todas las muestras analizadas (Gráfico 10).

La muestra IL4A2 se escogió para que se le realizara la batería de técnicas arqueométricas en su totalidad, lo que nos permite realizar una auténtica radiografía de la muestra en pos de descubrir su naturaleza. Los análisis de espectroscopía vibracional, Raman y FTIR-ATR, realizados sobre la muestra denotaron su naturaleza férrica.

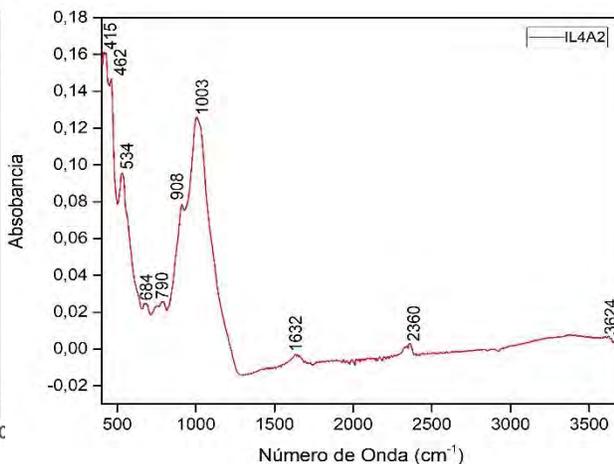
En los espectros generados corresponden a las bandas características de la hematita en  $290\text{ cm}^{-1}$ ,  $408\text{ cm}^{-1}$  y  $612\text{ cm}^{-1}$  (Lafuente et al., 2015) (Figura 33).

Debido al color amarillo de la muestra nos cuestionamos sobre el motivo de la caracterización de este mineral de color rojo. La explicación para esto puede residir en el calentamiento generado por el haz láser del equipo de medición, ya que en el punto de análisis es posible alcanzar temperaturas suficientemente altas como para generar cambios en los enlaces moleculares de la muestra (Casanova González, 2012). La goethita y la hematita son óxidos de hierro, con la diferencia que la primera posee enlaces de agua ( $H_2O$ ), por lo que si durante el análisis se alcanzan temperaturas mayores a los  $300^\circ$ , algo factible como se ha indicado líneas arriba, la goethita pierde estos enlaces de agua, generando un cambio de fase y generando la señal Raman típica de la hematita (Gialanella et al., 2010:869).

La hipótesis de que la muestra IL4A2 responda a un óxido de hierro hidratado se confirmó con la siguiente técnica de espectroscopía vibracional, FTIR-ATR, y con SEM-EDX, resultados que se exponen a continuación.



**Figura 33.** Espectrograma Raman IL4A2. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 34.** Espectroscopía FTIR-ATR IL4A2. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

El espectro FTIR-ATR permitió caracterizar la muestra como un ocre amarillo (FeOOH + Caolín) a partir de la posición y la intensidad de las bandas. Se ha identificado los picos característicos de los ocre amarillos en  $462\text{ cm}^{-1}$ ,  $534\text{ cm}^{-1}$ ,  $684\text{ cm}^{-1}$ ,  $790\text{ cm}^{-1}$ ,  $908\text{ cm}^{-1}$ ,  $1003\text{ cm}^{-1}$  y  $3624\text{ cm}^{-1}$  (Vahur et al., 2016) (Figura 34).

Por su parte, los análisis con SEM-EDX permitieron observar la microestructura de la muestra, a la vez que nos permitió confirmar los datos generados por XRF gracias al análisis elemental. La química elemental de la muestra es coincidente con lo que se observó en XRF, detectando Fe, Ca, Ti, Si, Al, Mn y Zn como elementos químicos presentes en la muestra. Lo

anterior, unido al resto de porcentajes de los elementos químicos, a la vez que la microestructura de la muestra hizo que se plantee que corresponda a una goethita (FeOOH) la materia prima mineral generadora del croma amarillo (Anexo SEM-EDX, p.328).

Por último, ambas muestras, IL4A2 e IL23A, fueron analizadas bajo XRD para confirmar lo interpretado anteriormente para la muestra IL4A2 y para tratar de identificar la materia prima que genera el color en IL23A. Los difractogramas generados para ambas muestras no fueron concluyentes en lo relativo al material generador del color, pero identificó las fases mineralógicas de albita cálcica ordenada  $(\text{NaCa})\text{AlSiAl}_3\text{O}_8$ , un aluminosilicato de sodio, y anortita  $(\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8))$ , un aluminosilicato de calcio, para la muestra IL4A2 y únicamente albita cálcica para IL23A. Los difractogramas generados para ambas muestras, unidas a las imágenes tomadas con LM, en la que como se indicó en las páginas anteriores, se observan claramente partículas cristalinas aglutinadas al pigmento; sin embargo, la albita y la anortita son minerales presentes en abundancia en el sedimento de Teotihuacan, por lo que se descarta que pudieran haber sido parte de la composición del pigmento (Anexo XRD, p. 310, p. 313).

#### *iv. El color de los alisadores y pulidores de Xalla*

La categoría de alisadores y pulidores proveyó de un *corpus* de muestras que abarcan gran parte de los colores que se han observado en Xalla. Los artefactos presentan restos de color rojo, rosa, amarillo y naranja, con un predominando de los amarillos, ya que de las 28 muestras totales que integran el grupo, la mitad corresponden a muestras de amarillo.

Rojos: El grupo de los rojos se conforma por ocho muestras, siete extraídas de alisadores (IL9A2, IL10A1, IL10A2, IL12A, IL14A, IL22A, IL24A, IL35A2) y una de un pulidor (IL37A), que fueron revisadas en su totalidad bajo LM. Tras la observación de las muestras, cuatro de ellas, IL10A1, IL12A e IL22A e IL37A, fueron las seleccionadas por cantidad de material para que se les aplicaran más técnicas.

El examen realizado con LM al cuarteto de muestras seleccionadas permitió observar las diferencias y similitudes entre las tres muestras. Las muestras IL10A1 e IL37A presentan

un tono de rojo más oscuro, *10R 3/6 dark red*, que las muestras IL12A e IL22A cuyo tono es más claro, *10R 4/6 red*. Las tres muestras poseen homogeneidad en cuanto a su composición, ya que no se advierten materiales agregados como sí se ha podido observar en otras muestras.

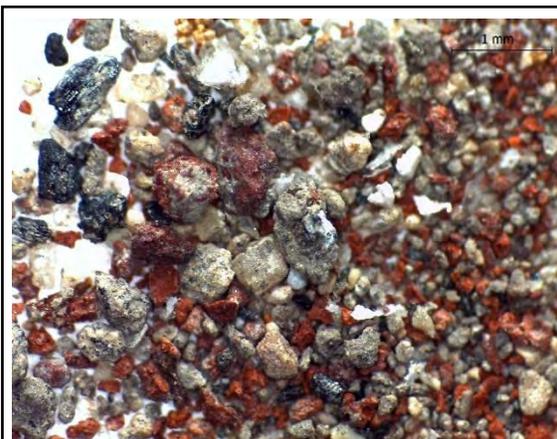


Figura 35.1. IL10A1. Aumento 25X. Fuente: elaboración propia.



Figura 35.2. IL12A. Aumento de 30X. Fuente: elaboración propia.



Figura 35.3. IL22A. Aumento de 30X. Fuente: elaboración propia.



Figura 35.4. IL37A. 30X. Fuente: elaboración propia.

**Figura 35.** Imágenes LM de los rojos en alisadores y pulidores. LANDIARH.

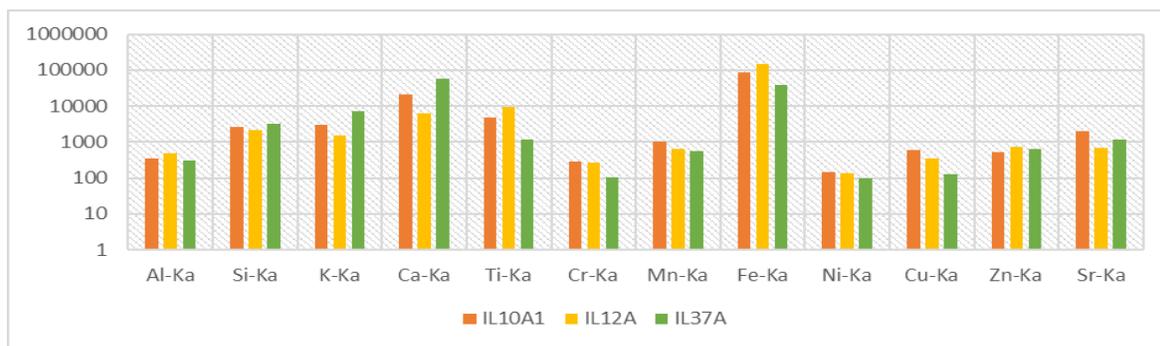
En la Figura 35.1, correspondiente a la muestra IL10A1, en el margen superior izquierdo, se pueden observar restos de material blanquecino dispuesto como una fina capa que cubre parte de los terrones de color rojo oscuro, a la vez que se observan restos de material blanquecino por toda la imagen, hecho que podría responder a la superficie sobre la que se estaría aplicando la capa pictórica de rojo. Algo similar a lo anterior, se da en la muestra IL37A (Figura 35.4), donde se observa que el material colorante rojo aparece asociado a aglomeraciones de material blanco que por su textura y consistencia podría

responder a algún compuesto de calcio como el estuco. En el centro de la imagen, se observa el color rojo amalgamado entre dos capas de material, al igual que cubriendo parcialmente pequeñas partículas cristalinas. En cuanto al material colorante, es posible apreciar su fina granulometría y su composición homogénea, puesto que no parece observarse ninguna carga o material adicional en él.

Por su parte, la muestra IL12A presenta un color rojo intenso de composición homogénea, puesto que sólo se observan pequeñas partículas negras de lustre metálico y tamaño irregular. El cromatismo de la muestra es homogéneo, ya que el rojo intenso de la muestra sólo se ve alterado por las partículas negras anteriormente comentadas y por partículas de tono blanquecino (Figura 35.2).

Las características que muestra IL12A en cuanto a homogeneidad de color y composición de la muestra son aplicables a la muestra IL22A (Figura 35.3), ya que tal como se percibe en la imagen LM, la muestra posee una granulometría bastante regular, un color algo más intenso que la anterior muestra y de matiz guinda. En esta muestra destacan por su peculiaridad, fragmentos negros de morfología geométrica, poseedores de lustre metálico y generadores de iridiscencias. De nuevo, esa aparente búsqueda de brillos y reflejos tan recurrente en los colores de Xalla, vuelve a acontecer en la presente muestra. Ahora bien, ¿Qué materia/s prima/s componen estas tres muestras?

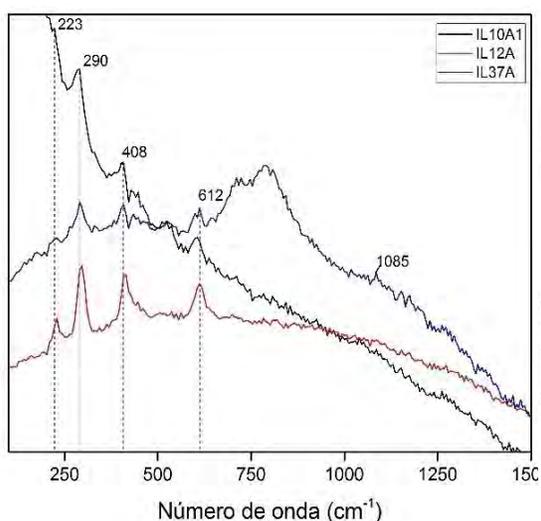
Tres de las cuatro muestras cuyas imágenes LM fueron descritas en los párrafos anteriores, fueron analizadas bajo XRF, mostrando concordancia en cuanto a los elementos químicos identificados. Todas las muestras poseen el Fe como elemento químico con mayor número de conteos, lo que, junto a los valores de Ca, Si y Sr que muestran, permite pensar



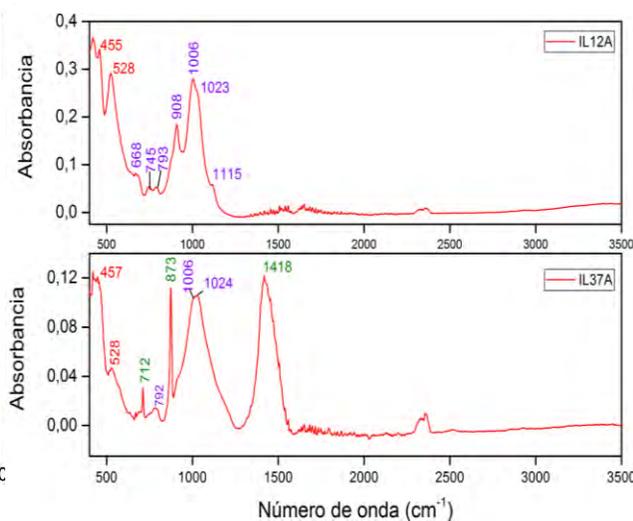
**Gráfico 11.** Resultados XRF de los rojos en alisadores y pulidores. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: Elaboración propia. LANCIC-IF.

que las muestras de material colorante rojo corresponden a tierras naturales compuestas por óxidos de hierro. Los valores de K de las muestras podrían hacer referencia al origen local de éstas, puesto que los suelos del valle de Teotihuacan son ricos en este elemento químico<sup>19</sup>.

Los altos valores de calcio que presentan las muestras IL10A1 e IL37A podrían responder a que las muestras poseen en su composición algún compuesto de calcio, algo que en las propias imágenes es posible observar (Gráfico 11). La identificación de calcio en la muestra IL12A, cuyo color es muy intenso y sin presencia aparente de materiales agregados, podría corresponder, como se ha dicho líneas arriba, a la propia composición de la tierra natural y no a un compuesto de calcio agregado intencionalmente, posibilidad que quedará afirmada o refutada a través de RAMAN, FTIR-ATR y XRD.



**Figura 36.** Espectros Raman de los rojos en alisadores y pulidores. Fuente: Elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 37.** Espectros FTIR-ATR de los rojos en alisadores y pulidores. En rojo: hematita, violeta: caolín, verde: calcita. Fuente: Elaboración propia. LANCIC-IF.

La diferencia entre los valores de calcio entre IL10A1, IL37A e IL12A es significativa, ya que las dos primeras muestran unos valores de este elemento muy elevados, por encima de 21,000 cuentas en IL10A1 y de 55,000 cuentas en IL37A, mientras que en IL12A no superan los 10,000 conteos. Esto nos lleva a reflexionar sobre la razón de esta diferencia y de si IL12A posee en su composición algún compuesto de calcio como cal o calcita. A partir de la muestra de tierra roja de referencia proporcionada por el LANCIC-IF y analizada bajo las mismas

<sup>19</sup> Conversación personal M<sup>a</sup> Luisa Vázquez de Ágredos Pascual. 2017

condiciones, se observó que la relación de Ca/Fe es similar a la muestra IL12A, lo que permite sugerir que esta muestra corresponde a una tierra roja natural, sin ningún compuesto de calcio añadido, mientras que IL10A1e IL37A sí contendrían en su composición algún compuesto de este tipo.

No todas las muestras pudieron ser analizadas tanto por Raman como por FTIR-ATR, ya que ésta última requiere una cantidad mayor de muestra, por lo que IL10A1 sólo pudo ser analizada bajo espectroscopía Raman.

Los espectros generados por ambas técnicas se complementan, ya que como se observa en la Figura 36 y en la Figura 37, ambas técnicas indican que el material que genera del cromatismo rojo es la hematita, con sus bandas características en Raman (Lafuente et al., 2015) y en FTIR-ATR (Chukanov, 2014:250). En el espectro Raman de IL37A se observa además una de las bandas de calcita en  $1085\text{ cm}^{-1}$ , lo que confirma que el material blanco asociado al pigmento rojo, es un compuesto de cal, algo que queda reafirmado con FTIR-ATR, donde se detectaron las bandas características de calcita en esta muestra en  $712\text{ cm}^{-1}$ ,  $873\text{ cm}^{-1}$  y  $1418\text{ cm}^{-1}$  (Chukanov, 2014:131) (Figura 37).

Dentro del repertorio de muestras de pigmento rojo recuperado de alisadores y percutores, se seleccionó la muestra IL12A para su análisis con XRD y la muestra IL22A para su análisis mediante SEM-EDX.

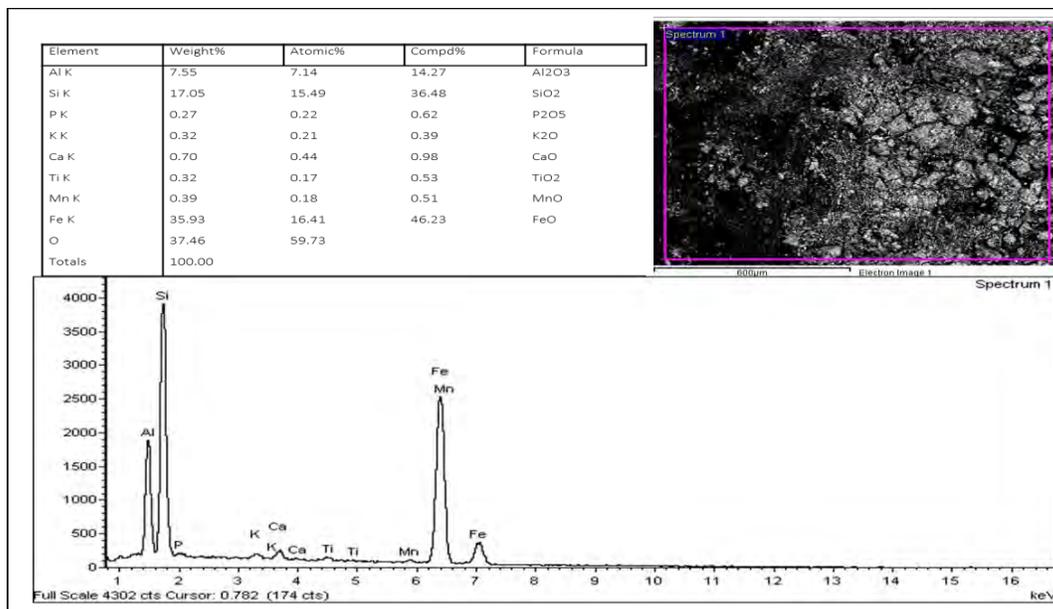
El difractograma de la muestra IL12A (Anexo XRD, p. 311) ha proporcionado información relevante acerca de materiales agregados al pigmento correspondientes a dos polimorfos<sup>20</sup> del cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) como son la cristobalita ( $\text{SiO}_2$ ) y la tridimita ( $\text{SiO}_2$ ). La identificación de estos compuestos silíceos podría deberse a la presencia de éstos en la composición geológica de las tierras o bien al agregado de arenas volcánicas a la tierra roja para dotarla de luminosidad y brillos.

Por último, la dispersión de Rayos X del SEM-EDX propició una identificación de la química elemental del área que se observa en la imagen SEM de la muestra IL22A, siendo ésta coincidente con la muestra IL12A analizada mediante XRF. Los elementos químicos

---

<sup>20</sup> Polimorfismo: Fenómeno por el cual una sustancia química específica cristaliza en más de un tipo de estructura en función de cambios de temperatura, presión o ambos, generando distintos tipos de minerales (Klein & Hurlburt Jr, 2006:166)

detectados en la presente muestra fueron Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn y Al, correspondiendo las mayores proporciones al Fe y el Si. Los resultados semicuantitativos de la muestra junto con las imágenes de la microestructura de la superficie, hacen plausible plantear que esta muestra contenga hematita. Los valores dados para el Si y Al, junto con la imagen LM que muestra una gran similitud con la muestra IL12A, lleva a pensar en que no se trate de hematita pura sino de un compuesto de naturaleza terrosa (Figura 38).

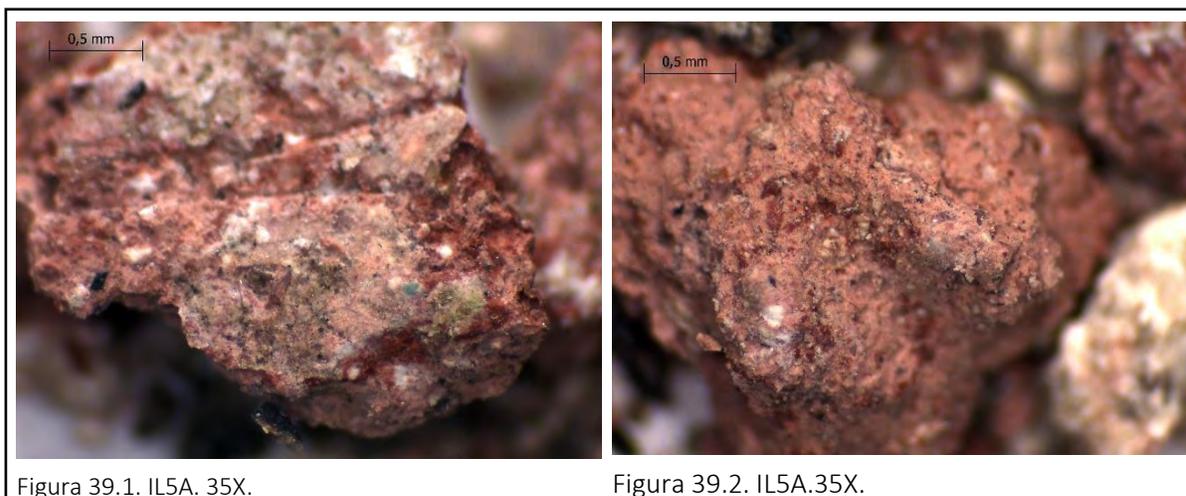


**Figura 38.** Resultados SEM-EDX de la muestra IL22A. Fuente: Laboratorios centrales UVEG.

Con todo, la batería de técnicas arqueométricas que se han realizado para los rojos extraídos de alisadores y pulidores ha permitido caracterizar los rojos como pigmentos minerales de composición heterogénea, ya que tan solo en la muestra IL10A1 se ha identificado un único material, la hematita. El resto de muestras comparten la materia prima generadora del color, la hematita, identificándola como parte del compuesto de óxidos de hierro y arcillas, comúnmente conocido como tierras naturales. A esta composición de origen natural, los trabajadores del color de Xalla le introdujeron algún compuesto de calcio como podría ser la calcita para lograr el tono y los matices buscados o para dotar de cuerpo al pigmento (L22A e IL37A) y de óxidos de silicio (SiO<sub>2</sub>) para proveer de brillos al pigmento y lograr el efecto brillante y luminoso característico de los pigmentos teotihuacanos.

Rosa: La muestra de color rosa, *2.5YR 7/6 light red*, aparece como excepción en la categoría de alisadores y pulidores, siendo ésta extraída de la superficie de trabajo de un alisador.

Las imágenes generadas mediante LM permiten ver la mezcla de componentes que los trabajadores del color de Xalla realizaron para conseguir el croma deseado. En la Figura 39.1 es posible diferenciar al menos cuatro componentes de la muestra; se observa en el margen izquierdo de la imagen partículas negras de lustre metálico y con propiedades iridiscentes. En el margen inferior derecho es posible distinguir pequeños fragmentos de un material verde y opaco, partículas blancas de granulometría irregular diseminadas por toda la muestra y, por último, el material que otorga el color rojo y que conforma el cuerpo de la muestra.

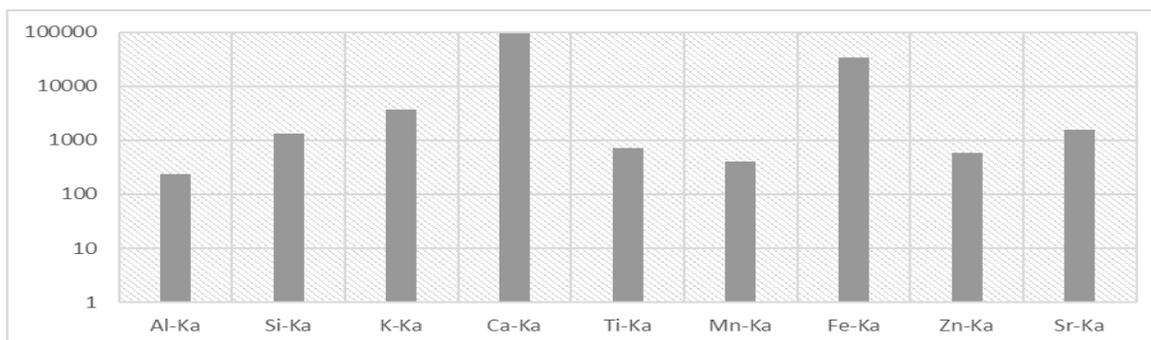


**Figura 39.** Imágenes LM de los rosas en alisadores y pulidores. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

En la Figura 39.2 es posible observar algunos de los componentes señalados en el párrafo anterior, además de observar el color rosado perfectamente logrado en la mayor parte del grano de color, con acumulaciones de material rojo guinda por todo el terrón. Como se observa en ambas imágenes, la muestra es bastante heterogénea tanto en composición como en granulometría, observando la complejidad implícita en las mezclas de color de Xalla.

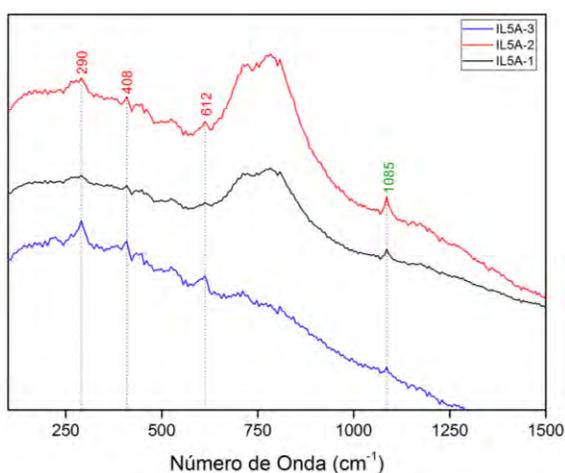
A partir del análisis de la muestra bajo XRF ha sido posible identificar como elementos mayoritarios de la muestra el Ca y el Fe (Grafico 12). Tras estos dos elementos químicos mayoritarios, han identificado para el resto de muestras como son el K, el Sr, el Si, el Ti, el

Zn, el Al y el Mn. Todo lo anterior indica que nos encontramos ante un pigmento mineral cuya composición consta principalmente de compuestos de calcio y compuestos de hierro.

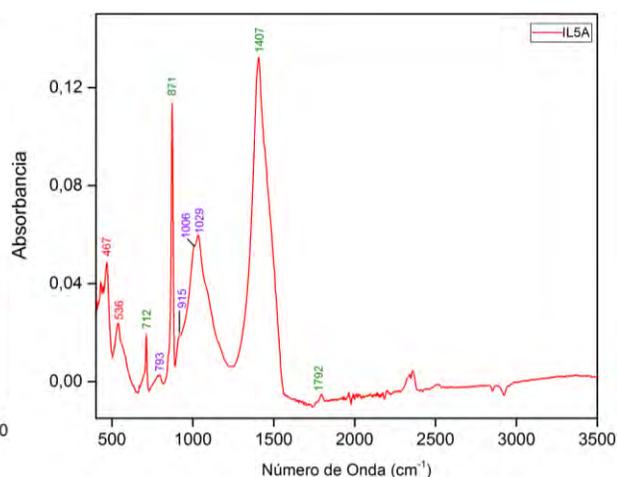


**Gráfico 12.** Resultados XRF de IL5A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente elaboración propia. LANCIC-IF.

Los resultados de las espectroscopías Raman y FTIR-ATR confirman lo planteado a partir de los resultados de XRF, ya que en ambos casos se ha identificado la hematita y la calcita como las materias primas empleadas para la consecución del color rosa (Figura 40 y 41) (Lafuente et al., 2015; Vahur, Teearu, & Leito, 2010).



**Figura 40.** Espectros Raman de IL5A. En rojo: hematita, en verde: calcita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 41.** Espectros FTIR-ATR de IL5A. En rojo: óxido de hierro, en verde: calcita, en violeta: caolinita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

En el espectro FTIR-ATR se identifican dos bandas correspondientes a óxidos de hierro en 467 cm<sup>-1</sup> y en 536 cm<sup>-1</sup>, las cuales no son concordantes con las referencias de hematita consultadas; sin embargo, la disposición e intensidad de las bandas permiten plantear la identificación de un óxido de hierro. Lo anterior, junto a las imágenes LM, los resultados de XRF y espectroscopía Raman, además de las bandas de caolinita que se observan en la Figura 40, hace posible identificar el compuesto generador del cromatismo rojo como una tierra natural

compuesta por óxidos de hierro y caolinita, a la que se le añadió calcita para conseguir el color rosa.



Figura 42.1. IL9A2. 35X. Elaboración propia.



Figura 42.2. IL11A1. 35X. Elaboración propia.



Figura 42.3. IL11A2. 35X. Elaboración propia.

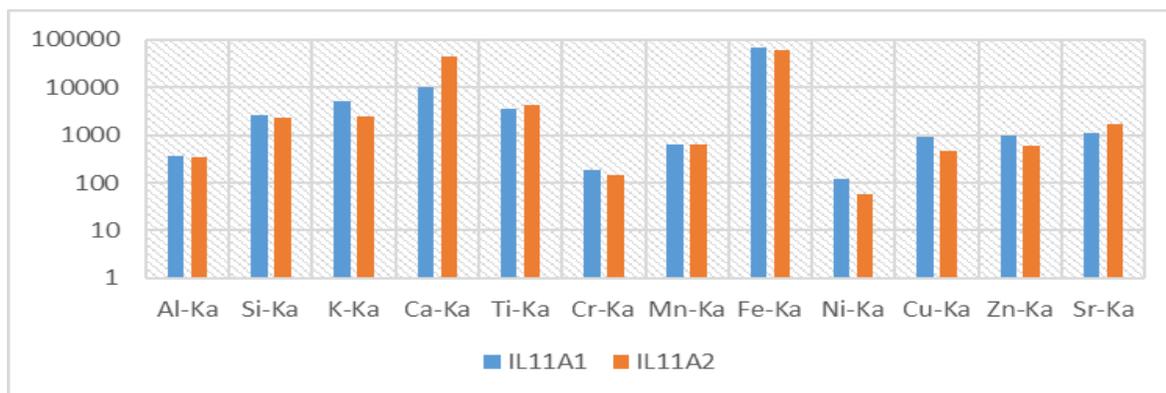
**Figura 42.** Imágenes LM de los naranjas los alisadores y pulidores de Xalla. LANDIAR.H

Naranjas: el grupo de los naranjas está conformado por tres muestras (IL9A2, IL11A1, IL11A2). A dos de ellas, IL11A1 e IL11A2 se les aplicaron dos de las técnicas arqueométricas -LM y XRF- planteadas en el marco metodológico debido a la escasez de resto de color.

La óptica de IL9A2 (Figura 42.1), definida inicialmente como un naranja claro, *10R 7/6 light red*, permite reparar en la diversidad cromática que presentan los escasos granos de color observados en la parte central de la imagen, donde se observan cuatro pequeños terrones de color rojo oscuro, amarillo ocre y naranja, todos ellos de composición aparentemente homogénea.

Por su parte, la muestra IL11A1 (Figura 42.2) posee igualmente escasos restos de color naranja, *10R 4/8 red*, luminoso y con brillos. La observación detallada de los restos de color permite observar su heterogeneidad, puesto que se perciben granos de color amarillo, rojo y negro. Por último, la óptica de IL11A2 permite observar un color naranja, *10R 4/8 red*, de tono más oscuro y sin la luminosidad observada en la muestra anterior. Posee una granulometría fina y una composición aparentemente homogénea con presencia de partículas negras. La muestra presenta homogeneidad cromática, sin embargo, un aumento de la imagen permite ver, como en la muestra anterior, que el terrón de color naranja se compone de una mezcla de granos de color amarillo y otros de tono rojo oscuro, lo que hace pensar en que nos encontramos ante una mezcla de materiales.

Las muestras IL11A1 e IL11A2 fueron analizadas bajo XRF a partir de la selección de los granos de color y separando el sedimento de tal forma que éste no interviniera en la medición. Los resultados arrojados son similares, tal y como se puede observar en el Gráfico 13, puesto que en ambos casos los elementos mayoritarios son el Fe y el Ca. Tras ellos aparecen según su número de conteos el K, el Ti, el Si y el Sr con valores representativos. Ya con valores inferiores se identificaron para ambas muestras Zn, Cu, Mn, Al y cromo (Cr) (Gráfico 11).



**Gráfico 13.** Resultados XRF de IL11A1 e IL11A2. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia.

Los elementos químicos identificados y los valores que éstos presentan hacen pensar en que el color naranja presente en ambas muestras responde a una mezcla de óxidos de hierro principalmente, posiblemente presentes en formas de tierras naturales por los valores de estroncio, silicio y aluminio que presentan, mezclados con algún compuesto de calcio.

Amarillos: el grupo de los amarillos es uno de los más representativos en esta categoría de materiales ya que consta de 16 muestras (IL6A, IL15A, IL16A, IL18A, IL19A, IL21A, IL29A, IL31A, IL33A, IL35A1, IL36A, IL38A, IL52A, IL66A1, IL66A2, IL67A, IL68A). Todas ellas fueron revisadas bajo LM en el LANDIARH con el objetivo observar la cantidad de restos de color en cada una de ellas y con ello escoger las más adecuadas para realizar análisis más profundos. Resultado de este proceso se seleccionaron seis muestras (IL15A, IL16A, IL19A, IL36A, IL52A, IL66A1) para ser sometidas a la batería de técnicas arqueométricas, dos de ellas (IL19A, IL66A1) fueron analizadas con SEM-EDX en los laboratorios centrales de la UVEG y el resto (IL15A, IL16A, IL36A, IL52A) se analizaron mediante XRF, FTIR y XRD en el LANCIC-IF de la UNAM.

A partir de la clasificación cromática previa al muestreo y llevada a cabo mediante el sistema Munsell, las seis muestras quedan agrupadas en tres gamas tonales de amarillo, (1) las muestras IL15A, IL16A, IL19A e IL52A con tono de amarillo ocre, *10YR 7/8 yellow*, (2) la muestra IL36A con un tono pardo-amarillo, *10YR 5/8 yellowish Brown*, (3) y la muestra IL66A1 con un tono amarillo-pardo, *10YR 6/8 brownish yellow*. Estas sutiles diferencias en cuanto al tono de las muestras se ven reflejadas en mayor o menor medida en las imágenes obtenidas mediante LM (Figura 43).

La imagen LM de la muestra IL15A (Figura 43.1) permite ver que esta muestra posee un matiz anaranjado, al igual que ocurre con la muestra IL52A, donde en la imagen óptica de la muestra (Figura 43.5) se puede observar en el margen lateral izquierdo, amalgamado entre el cuerpo amarillo de la acumulación de color, un grano de color naranja. Ambas muestras, aun compartiendo el matiz anaranjado, difieren en cuanto a granulometría y composición. La muestra IL15A posee un grano fino y homogéneo en tamaño mientras que IL52A posee una granulometría irregular a la vez que una composición heterogénea. En ella se diferencian hasta cuatro componentes en la muestra de color lo que nos habla de nuevo de mezclas complejas en la elaboración del color en Xalla, (1) el material amarillo de granulometría fina que otorga el cromatismo principal a la muestra, (2) un grano de material anaranjado de tamaño superior al resto de componentes, (3) partículas cristalinas de morfología y tamaño irregular y (4) partículas negras.



Figura 43.1. IL15A. 35X. Fuente. Elaboración propia.



Figura 43.2. IL16A. 30X. Fuente. Elaboración propia.



Figura 43.3 IL19A. 30X. Fuente. Elaboración propia.



Figura 43.4. IL36A. 35X. Fuente. Elaboración propia.

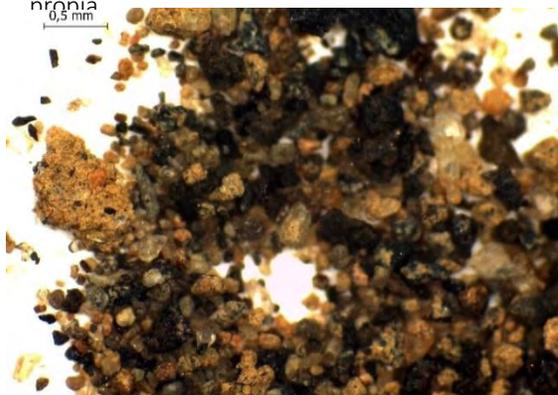


Figura 43.5. IL52A. 35X. Fuente. Elaboración propia.

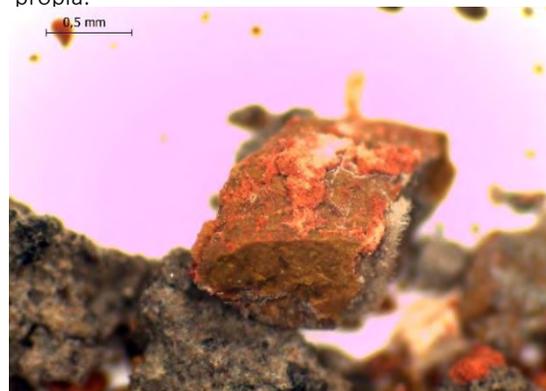


Figura 43.6. IL66A1. 35X. Fuente. Elaboración propia.

**Figura 43.** Imágenes LM de muestras de amarillo en los alisadores y pulidores. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

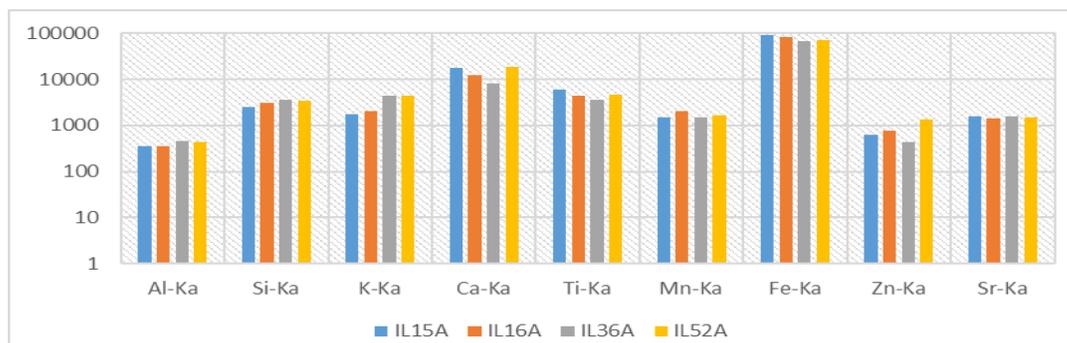
A diferencia de las dos muestras descritas en el párrafo anterior, las muestras IL16A e IL19A muestran un matiz amarillo ocre. Ambas poseen una granulometría fina y una composición aparentemente similar, puesto que ambas poseen pequeñas partículas negras,

como se puede observar en las Figuras 43.2 y 43.3. Las dos muestras tienen como característica común el brillo

En la imagen LM de la muestra IL19A (Figura 43.3) es posible observar el material generador de estos brillos observados en la totalidad de las muestras de color de Xalla; en el centro de la imagen se observa un terrón de color donde se observa un cristal de tamaño muy superior al resto de componentes de la muestra.

Las dos últimas muestras del grupo de los amarillos en alisadores poseen una cierta singularidad, puesto que su cromatismo, así como las características observadas bajo LM no se han visto en los demás amarillos del grupo. La muestra IL36A posee una composición heterogénea con granos de distintos tamaños y cromas que abarcan la gama de los cafés-pardos. Se puede observar en el margen lateral izquierdo un terrón con partículas rojas y negras, estas últimas observadas en el resto de muestras de amarillo (Figura 43.4).

Por último, la muestra IL66A1 posee un matiz pardo-dorado y presenta una composición totalmente diferente a las anteriores muestras descritas. Como se ve en la imagen LM (Figura 43.6) la muestra de color posee una apariencia compacta, sin ser posible observar su granulometría. El color en la muestra de amarillo es uniforme, a expensas del material rojo-anaranjado.



**Gráfico 14.** Resultados XRF de los amarillos en alisadores y percutores. Valores promedio de los tres puntos de análisis.

Muestra	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL15A	361	2498	1776	17754	5943	1464	92761	611	1599
IL16A	356	3004	1992	12250	4397	2027	82170	750	1429
IL36A	456	3639	4506	8027	3577	1537	66755	444	1610
IL52A	446	3339	4473	18528	4655	1632	72862	1332	1521

**Tabla 14.** Valores promedio de amarillos en alisadores y percutores. Fuente: elaboración propia, IANCIC-IF.

Como se ha dicho anteriormente, cuatro de las seis muestras fueron seleccionadas para ser analizadas en el LANCIC-IF bajo XRF, Raman y FTIR-ATR. Los resultados generados mediante XRF son coincidentes para las cuatro muestras seleccionadas (Gráfico 14). De nuevo nos encontramos ante compuestos de Fe, puesto que éste es el elemento con mayor número de cuentas en las cuatro muestras, seguido del Ca y el Ti. Tras estos cuatro elementos mayoritarios vienen el Si, el K, el Mn y el Sr, los tres con valores representativos. Ya con valores más bajos se encuentran el Zn y el Al al que está asociado.

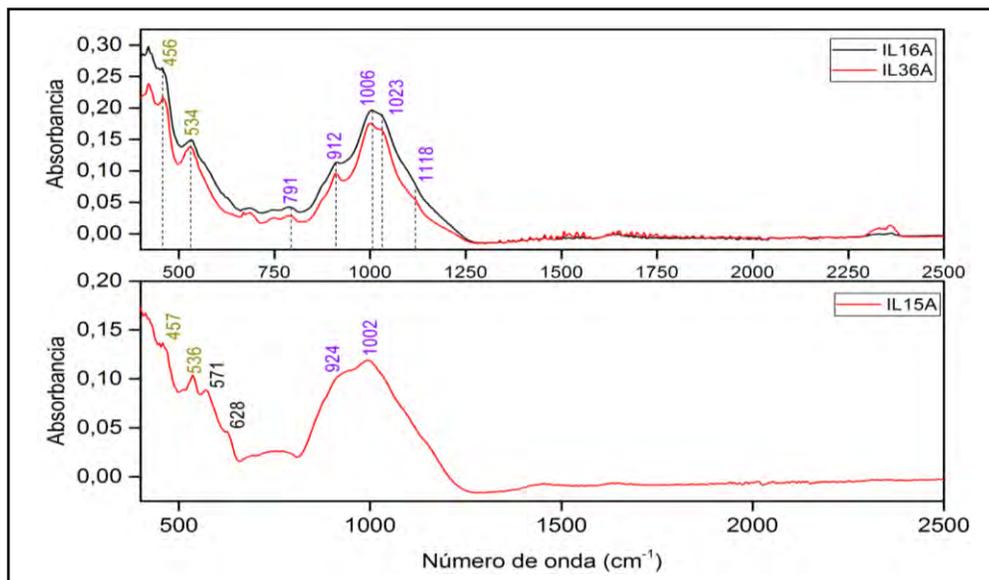
Por último, los valores de manganeso en todas las muestras son elevados, de tal forma que es plausible pensar en la presencia de algún compuesto con este elemento químico en las muestras como podría ser la pirolusita, un óxido de manganeso empleado para la elaboración de pigmentos negros documentados en Teotihuacan.

Las técnicas de espectroscopía vibracional se aplicaron a las cuatro muestras analizadas bajo XRF, sin embargo, la espectroscopía Raman no dio buenos resultados, puesto que no pudo lograrse ningún espectro con alguna banda representativa.

Tres de las muestras, IL15A, IL16A e IL36A dieron resultados óptimos con FTIR-ATR, donde se pudo caracterizar las muestras IL16A, IL15A e IL36A como ocre amarillos compuestos por óxido de hierro y caolinita (Vahur et al., 2016) (Figura 44). La muestra IL15A muestra una banda muy clara en  $571\text{ cm}^{-1}$  que podría corresponder a magnesioferrita ( $\text{Mg}(\text{Fe}^{3+})_2\text{O}_4$ ) aunque esta afirmación se realiza de manera hipotética, puesto que sólo se observa una de las dos bandas definitorias de este compuesto de magnesio y hierro (Chukanov, 2014:279).

Ante la complejidad de caracterizar la materia prima generadora del color amarillo en las muestras de esta categoría, las muestras IL16A, IL36A e IL52A fueron seleccionadas para ser analizadas con XRD, dando como resultados tres difractogramas (Anexo XRD, pp. 312, 314, 315). En la muestra IL16A no se caracterizó ninguna fase cristalográfica que pueda ser asociada al croma del pigmento ni a una mezcla intencional, puesto que se identificaron anortita, heulandita ( $\text{KCa}_4(\text{Si}_{27}\text{Al}_9)\text{O}_{72}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ), compuestos presentes en el sedimento de Teotihuacan, y labradorita ( $(\text{Ca},\text{Na})[\text{Al}(\text{Al},\text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8]$ ).

El resultado XRD de IL36A identificó varios compuestos minerales que sí pudieron haber formado parte de la mezcla del pigmento como son la magnesioferrita, mica de la variedad muscovita ( $KAl_2(Si_3AlO_{10})(OH)_2$ ) y un polimorfo del cuarzo, la cristobalita. En la muestra IL52A se identificó como parte de la composición del pigmento calcita y magnetita, sin que sea posible plantear qué material genera el color amarillo en la presente muestra.



**Figura 44.** Espectrogramas FTIR-ATR de amarillos en alisadores y pulidores. En amarillo: bandas del grupo de los óxidos; en violeta: caolinita. Fuente: Elaboración propia, LANCIC-IF.

Para finalizar el grupo de los amarillos en alisadores y percutores, se expondrán los resultados generados por SEM-EDX de las muestras IL19A e IL66A1 (Anexo SEM-EDX, pp. 331, 340). Las dos muestras mostraron una química elemental similar, identificando Fe, K, Ca, Al, Si, Azufre (S) y sodio (Na). A partir de la proporción de los elementos identificados, los cuales mostraron una prevalencia de hierro, potasio y azufre, junto con el análisis microestructural realizado a las microfotografías generadas, se plantea jarosita ( $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ) como la materia prima generadora del croma amarillo en ambas muestras.

#### v. *El color de las lajas e ixtapaltetes de Xalla*

La categoría de lajas e ixtapaltetes está representada por un total de diez muestras, de las cuales siete corresponden a muestras de color rojo (IL2A, IL20A, IL55A, IL58A, IL61A), una de color rosa (IL1A), una de color amarillo (IL60A) y otra sin restos aparentes de color (IL59A).

Todas las muestras fueron revisadas bajos LM de cara a realizar la selección de muestras más óptimas para analizar posteriormente. Tras la citada revisión, fueron seleccionadas siete muestras para ser analizadas en el LANCIC-IF y de las cuales se da reporte a continuación siguiendo la estructura marcada en el presente capítulo.

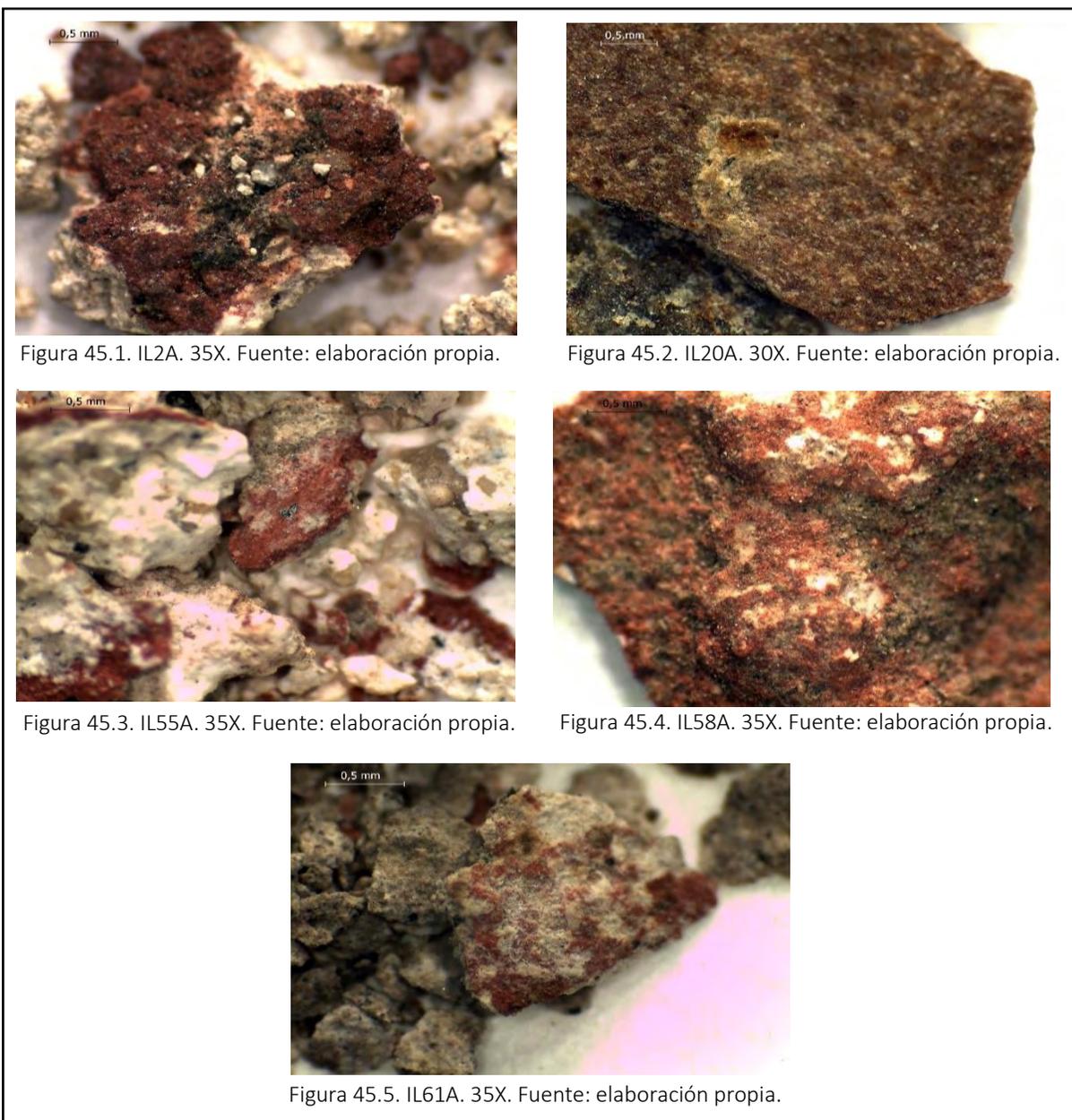
Rojos: el grupo de las muestras de rojo analizadas lo conforman cinco muestras agrupadas en dos tonos de rojo a partir del sistema Munsell, las muestras IL2A e IL20A (Figura 45.1 y 45.2) con un rojo guinda oscuro, *10R 3/6 dark red*, y las muestras IL55A, *10R 5/6 red*, IL58A e IL61A, *10R 4/6 red*, con un rojo con mayor luminosidad que los dos anteriores (Figura 45.3, 45.4, 45.5).

Las dos muestras de tonalidad más oscura no presentan las mismas características tal y como se observó en el análisis bajo microscopía óptica. La muestra IL2A se encontraba dispuesta sobre una capa de material blanco que cubría gran parte de la laja de la que se extrajo la muestra, mientras que IL20A se presentó como una pátina rojiza dispuesta directamente sobre la pieza lítica, siendo los restos de color muy escasos en este objeto.

La muestra IL2A presenta una granulometría fina con una composición heterogénea ya que se observaron partículas negras de lustre metálico y con propiedades iridiscentes, además de partículas cristalinas brillantes, elementos que se vienen observando en gran parte de las muestras analizadas. En el centro de la imagen (Figura 45.1) se observa una concentración de color negro en la parte central del aglomerado de color, pudiendo responder a algún material que aporte el cromatismo negro. El color rojo guinda es bastante uniforme por toda la muestra, con pequeñas concreciones anaranjadas insertas dentro de la amalgama roja. La otra muestra agrupada en los rojos oscuros, IL20, es demasiado escasa como para poder realizar una descripción profunda. Como se observa en la Figura 45.2, la pátina de color rojo cubría parte del objeto sin que haya sido posible observar algún tipo de material o elemento agregado.

El grupo de los rojos más claros conformado por las muestras IL55A, IL58A e IL61A posee características similares, puesto que las tres muestras de color se encuentran en asociación a material blanco similar a algún compuesto de calcio tal como cal o estuco. Estas

muestras poseen una granulometría fina, un color homogéneo y una composición heterogénea, puesto que en todas se observan partículas cristalinas brillantes, así como los elementos negros de lustre metálico e iridiscentes observados en las muestras de rojo oscuro (Figura 45.3, 45.4 y 45.5).



**Figura 45.** Imágenes LM de los rojos en lajas e ixtapaltetes. LANDIARH.

Las cinco muestras de rojo fueron analizadas bajo XRF generando unos resultados similares en cuanto a los elementos químicos identificados puesto que, como se observa en la tabla donde se vuelcan los datos generados por la técnica (Tabla 15), en todas las muestras

se identifican los mismos elementos químicos, apareciendo el Fe y el Ca como los elementos químicos principales. La presencia mayoritaria de estos dos elementos junto a la imagen LM de las muestras hace pensar en la posible presencia de óxidos de hierro como generadores del croma rojo y posibles compuestos de calcio para el material blanco. Ahora bien, examinado en detalle los valores de cada punto tomado para cada muestra se observan diferencias que permiten realizar algunos planteamientos en cuanto a la naturaleza de los materiales presentes en las muestras.

Muestra	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL2A-1	196	751	2080	125843	415	167	7488	59	152	2614
IL2A-2	351	1463	2404	105878	1521	6388	171823	1884	272	1539
IL2A-3	344	1455	2589	97515	1493	7920	153363	1929	229	1272
IL20A-1	450	4557	4572	12689	4005	1425	72018	271	550	2172
IL20A-2	426	4296	4338	9798	3220	1325	70451	347	1146	1893
IL20A-3	491	4542	4985	10104	3604	1306	75809	252	697	2258
IL55A-1	307	1954	2118	66723	1331	674	67472	181	225	2189
IL55A-2	267	1987	2064	61653	2573	1039	77764	173	258	2340
IL55A-3	336	1903	3680	119987	1214	1207	98274	167	296	3714
IL58A-1	331	1831	4066	115171	1328	1425	134522	135	289	3587
IL58A-2	350	1546	3723	110306	968	980	78668	112	394	2509
IL58A-3	330	2981	4399	31649	2152	3485	42590	300	936	1628
IL61A-1	315	1915	1858	105113	1545	747	41995	330	433	1881
IL61A-2	251	1483	1536	88682	1538	1032	40485	290	461	1385
IL61A-3	260	1757	1568	66470	1764	372	31937	301	625	1303

**Tabla 15.** Elementos químicos y su nº de conteos presentes en los rojos de lajas e ixtapaltetes. Tres puntos de análisis por muestra. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Las muestras IL55A, IL58A e IL61A poseen una química elemental muy parecida, con valores que varían en función del punto en el que se realizó la medición. En los tres casos el Ca y el Fe son los elementos con mayor número de conteos, correspondiendo la variación en los valores de ambos elementos a los distintos puntos de análisis que se realizaron a las muestras. Por ejemplo, en los casos en los que en la superficie predominaba el color rojo, los valores de Fe aumentan, mientras que en cuando el punto de análisis se realizó en una zona de contacto entre el blanco y el rojo o en un área en la que la concentración de color rojo era más reducida, disminuyen los valores de Fe y aumentan los de Ca, como en el punto IL58A-2 o en IL61A-1 donde se observan estas diferencias. En estas muestras la presencia también representativa de Si, K y Sr, todos ellos con valores más o menos equitativos, conduce a pensar en que nos encontramos ante la presencia de tierras naturales en las que el Fe es el elemento generador del croma rojo de las muestras.

La muestra IL2A posee unos valores de Mn significativamente altos, en dos de los puntos de análisis. EL aumento de este elemento químico se correlaciona con el aumento de los valores de Fe en IL2A-2 e IL2A-3. Sin embargo, el alto número de conteos mostrado y la observación bajo LM de la parte de color negro, permiten plantear la posibilidad de que el manganeso esté presente en la muestra en forma de algún compuesto como podría ser la pirolusita, un óxido de manganeso documentado en Teotihuacan para la elaboración de pigmentos negros. Al igual que ocurre con el resto de las muestras, los valores de K, Si y Sr permiten plantear la presencia de una tierra natural en la muestra.

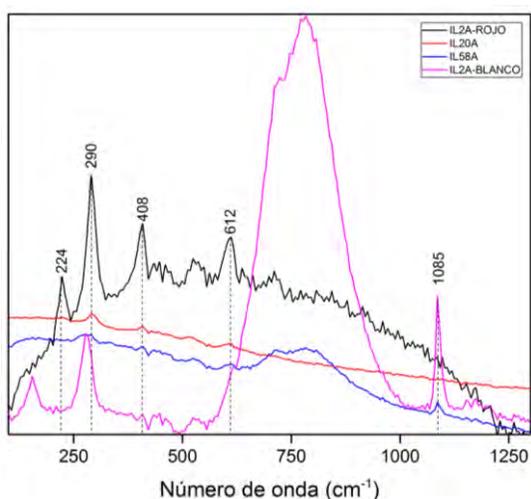
Para finalizar la interpretación de los resultados XRF de los rojos en lajas e ixtapaltetes, cabe destacar la alta presencia de Si, K y Ti en la muestra IL20A, lo que respondería en parte a que, debido a la finura de la capa de color en el objeto lítico, se haya realizado la medición de la pieza lítica, lo que explicaría los altos valores de estos tres elementos. Esto coincide con el resto de elementos químicos, cuyos valores coinciden con lo observado en el resto de las muestras y que lleva a pensar de nuevo en un óxido de hierro como generador del color rojo.

El Raman y FTIR-ATR confirman los planteamientos arrojados a partir de la interpretación de los resultados de XRF, identificando en Raman las bandas características de hematita en las muestras IL2A, IL20A e IL58A. En las muestras IL2A e IL58A se identificó calcita, correspondiente a la capa de material blanco sobre el que estaba dispuesto el pigmento rojo en ambas muestras. En el caso de IL2A el espectro muestra todas las bandas características de la calcita, ya que como se observó en las imágenes LM, ésta es muy abundante en la muestra, mientras que en el caso de IL58A, debido a la mayor presencia de rojo, sólo se captó la banda de calcita de mayor intensidad en  $1085\text{ cm}^{-1}$  (Figura 46).

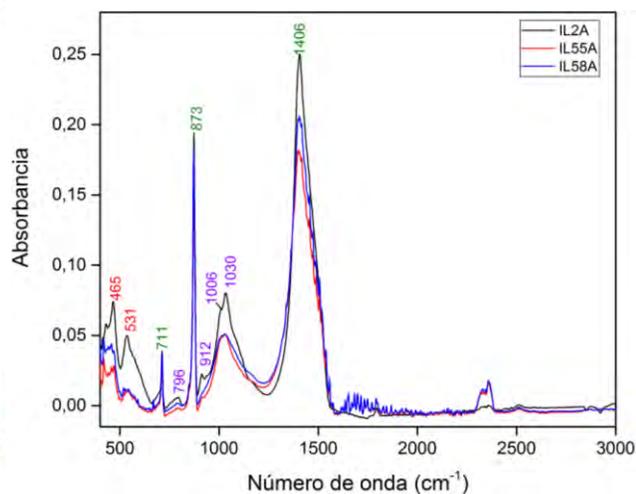
Los espectros FTIR-ATR indican de nuevo que el material generador del rojo no es hematita pura, sino que se trata de una tierra roja natural conformada por una arcilla fibrosa como es el caolín y óxidos de hierro. A su vez se identifican claramente las bandas de calcita con una intensidad elevada en las tre muestras analizadas (Figura 47).

En cuanto a las bandas de los óxidos, en la muestra IL2A se encuentran bien definidas, con una relación de intensidad que nos permite identificar a la hematita como el óxido

identificado. A diferencia de la anterior, en las muestras IL55A e IL58A, esta sección del espectro, 400-600  $\text{cm}^{-1}$ , las bandas están pocas definidas y con una baja intensidad, lo que dificulta caracterizar el tipo de óxido que se está identificando. Aun así, aunando los resultados de XRF, Raman y FTIR-ATR, es posible afirmar que la materia prima generadora del color rojo en IL55A e IL58A es una tierra natural.



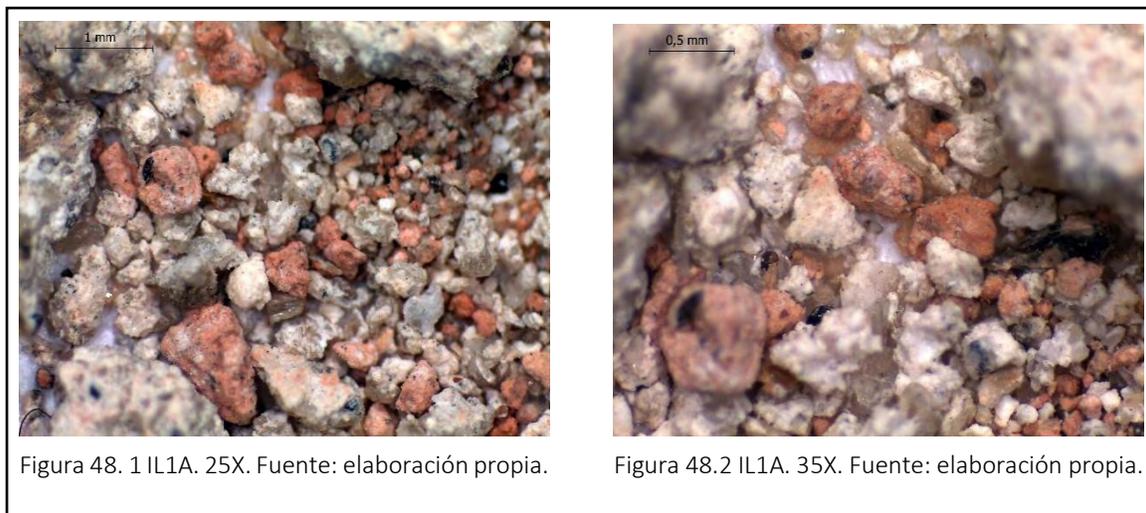
**Figura 46.** Espectrogramas Raman de los rojos en lajas e ixtapaltetes. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 47.** Espectrogramas FTIR-ATR de los rojos en lajas e ixtapaltetes. En rojo: óxidos, en verde: calcita y en violeta, caolinita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

La muestra IL55A se sometió al análisis bajo XRD con el objetivo de corroborar los resultados descritos en los párrafos anteriores e intentar caracterizar algunos de los materiales de carga que observaron en el material blanco asociado al pigmento rojo. En el difractograma de la muestra (Anexo XRD, p. 316) se identificó calcita pura y calcita magnesiana, dos minerales del grupo de los silicatos como son liotita ( $\text{Na}_{16}\text{Ca}_8\text{Si}_{18}\text{Al}_{18}\text{O}_{72}(\text{SO}_4)_5\text{Cl}_4$ ) y wollastonita ( $\text{CaSiO}_3$ ), éste último utilizado como material de carga en cerámica y en soportes pictóricos, y wustita ( $\text{FeO}$ ), un óxido de hierro cuya presencia se puede asociar a la tierra roja natural.

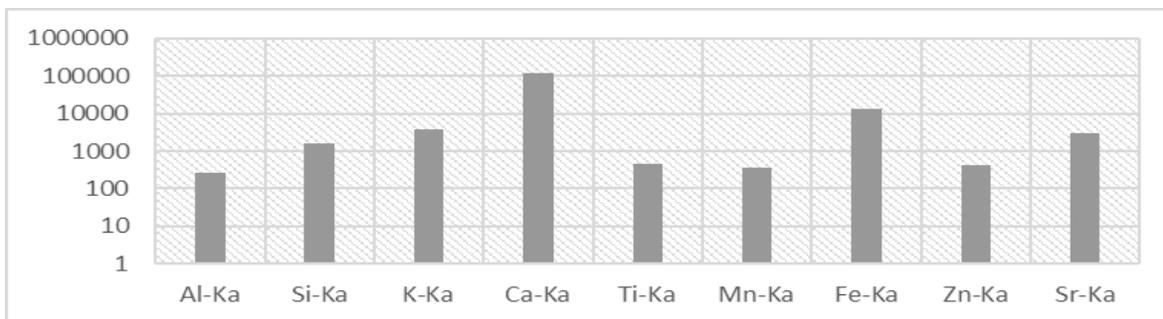
Rosa: en el caso del color rosa tan sólo una de las lajas presentó restos de un rosa claro, *10R 8/4 pink*. La muestra correspondiente, IL1A, se revisó bajo LM y fue analizada con XRF, Raman y FTIR-ATR.



**Figura 48.** Imágenes LM de la muestra IL1A. LANDIARH.

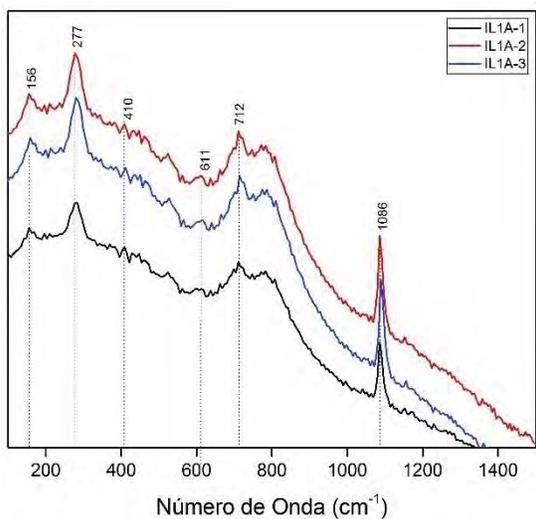
Las imágenes tomadas bajo LM de la muestra muestran la composición heterogénea de la misma, con partículas negras brillantes de tamaño irregular, observadas tanto en las pequeñas acumulaciones de color, como en el material blanco sobre el que estaba dispuesto. Los terrones de color rosa muestran pequeños nódulos de color rojo oscuro, así como partículas de material blanco y negro, lo que respondería a la combinación de materias primas para obtener el color y tono buscado por el grupo de trabajadores del color en Xalla. La muestra de color rosa presenta una granulometría fina en lo que respecta al propio color, variando el tamaño de las partículas negras agregadas (Figura 48).

El análisis XRF de la muestra permite observar de manera muy clara la variación en la química elemental de esta muestra respecto a los rojos, evidenciando el Ca como el elemento mayoritario en los tres puntos tomados a los restos de color rosa, seguido por el Fe. Destaca en esta muestra los altos valores de Si, Sr y K, lo que podría relacionarse tanto a la alta cantidad de calcio de la muestra como a la presencia de tierras naturales. El resto de elementos químicos cuya presencia se identificó en la muestra tienen unos valores por debajo de los 500 conteos, por lo que se consideran elementos traza de la muestra, sin repercusión en el croma de la misma (Gráfico 15).

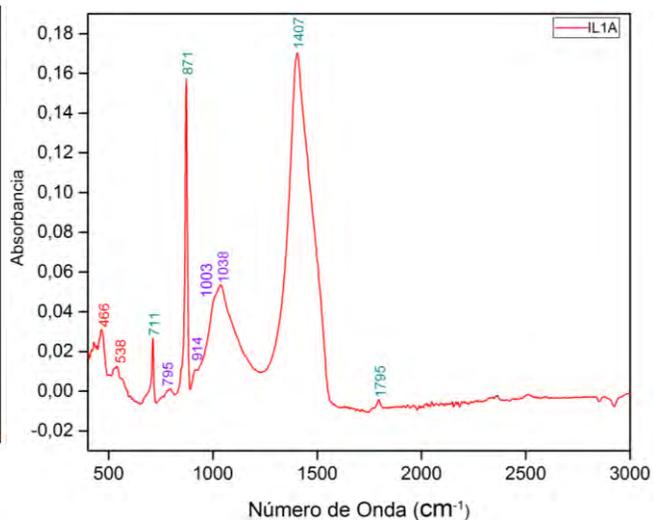


**Gráfico 15.** Valores promedio de la química elemental de IL1A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Los resultados de la muestra de color rosa IL1A bajo espectroscopía Raman y FTIR-ATR confirman lo planteado con XRF. Como se observa en la Figura 49, el espectro Raman de la muestra presenta todas las bandas características de la calcita en  $156\text{ cm}^{-1}$ ,  $217\text{ cm}^{-1}$ ,  $712\text{ cm}^{-1}$  y en  $1085\text{ cm}^{-1}$  (Lafuente et al., 2015). Por su lado, el resultado generado con FTIR-ATR (Figura 50), permite caracterizar una tierra natural mezclada con calcita como materias primas principales en la elaboración del color rosa (Chukanov, 2014: 131, 250; Vahur et al., 2016).



**Figura 49.** Espectro Raman de IL1A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 50.** Espectro FTIR-ATR de IL1A. En rojo: óxidos, en verde: calcita, en violeta caolinita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF

La ausencia de bandas de hematita en Raman y la baja intensidad mostrada por las bandas de los óxidos asociados al material generador del color rojo, junto a los valores de Ca y Fe mostrados en los análisis de XRF, nos permite pensar de manera hipotética en la proporción de las dos materias primas identificadas en la muestra, planteando una mayor

carga de calcita que de tierra roja, precisamente para lograr el color rosa claro visto en las imágenes LM, hipótesis que no puede ser confirmada sin un análisis de tipo cuantitativo.

La aplicación de XRD a IL1A resultó en la identificación de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) y maghemita ( $\text{FeO}$ ) (Anexo XRD, p. 309), dos compuestos que se pueden asociar a la naturaleza terrosa de la muestra. Lo anterior refuerza la posibilidad de que el material generador del croma rojo sea una tierra natural, algo que estaría en concordancia con lo identificado en los rojos de Xalla.

Amarillos: los amarillos, al igual que ocurre con los rosas, tan sólo encuentran representación en la categoría de lajas e ixtapaltetes con la muestra IL60A, cuya imagen LM da cuenta de la heterogeneidad de la muestra en cuanto a composición y granulometría.

La muestra presenta un color amarillo pardo oscuro, *10YR 6/8 brownish yellow*, con partículas negras repartidas por la totalidad de material colorante. La granulometría de IL60A es irregular, con áreas donde se puede observar un grano de mayor finura, como en la aglomeración de color amarillo dispuesta en el lateral superior derecho de la Figura 51, donde el color amarillo posee un grano muy fino,



**Figura 51.** Imagen LM de IL60A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

mientras que los materiales adicionales como las partículas negras o partículas de color café poseen un grano más irregular y de mayor tamaño. En la acumulación de color vista en el centro de la Figura 51, el color de la muestra es más pardo, de grano igualmente fino y con las partículas de tamaño irregular y de tonos negros y cafés dotando de matices oscuros a la muestra.

El análisis de la muestra bajo XRF generó resultados que permiten plantear la posibilidad de que el material que genera el color amarillo sea un compuesto de Fe y Ti, ya que ambos elementos químicos se encuentran correlacionados. Tal y como se observa en la

Tabla 16 en cada uno de los puntos tomados el valor de titanio aumenta o disminuye junto con el del hierro.

Muestra	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL60A-1	568	3306	353	2976	18619	6165	1438	102462	889	1562
IL60A-2	399	2401	458	2202	11184	4369	1068	69758	1818	913
IL60A-3	534	3230	396	2991	18208	6171	1382	101774	966	1458

Tabla 16. Elementos químicos y su nº de conteos presentes en IL60A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

El Ca presenta unos valores elevados, sin embargo, la revisión bajo LM junto a los valores presentados y la presencia de Sr en la muestra, lleva a pensar que podría asociarse a la composición de alguna tierra natural. Por otro lado, y con valores igualmente representativos se identificó Si, K –asociado a las tierras naturales presentes en el centro de México-, el Mn y el Sr, asociado tanto al calcio como a tierras naturales. Destaca en esta muestra la presencia de S, que, aun teniendo un número bajo de cuentas, su presencia podría repercutir en el color de la muestra.

De las dos técnicas espectroscópicas la única que generó resultados satisfactorios fue el FTIR-ATR. El espectro generado ha llevado a caracterizar la muestra como un ocre amarillo, es decir, una tierra natural compuesta principalmente por óxidos de hierro y caolín (Vahur et al., 2016). Se observa también en el

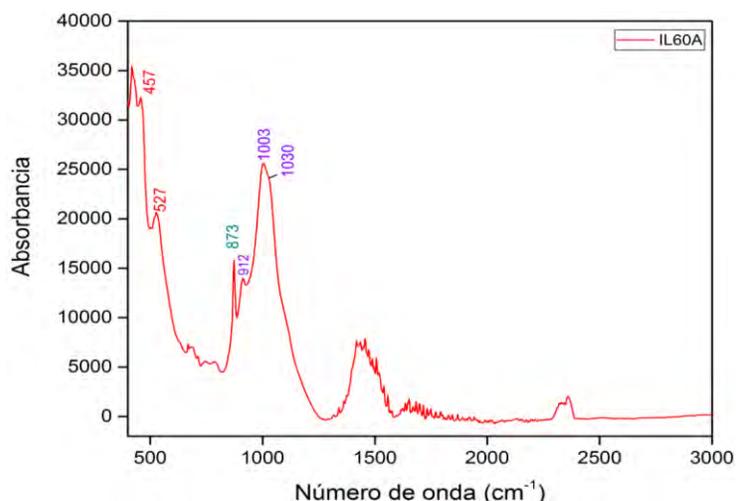


Figura 52. Espectrograma FTIR-ATR de IL60A. En rojo: óxido de hierro, en violeta: caolinita en verde: carbonato de calcio. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

espectro una banda en  $873\text{ cm}^{-1}$ , que es posible asociar a algún carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) sin que sea posible especificar el compuesto concreto (Figura 52).

Con todo, y siguiendo la pauta de los amarillos de Xalla, resulta complicado caracterizar la materia prima generadora del color amarillo en esta muestra. Aunando la totalidad de técnicas aplicadas a la muestra, es posible afirmar únicamente que se trata de

una tierra natural conformada por un óxido de hierro, quizás goethita, lepidocrosita o limonita – todos óxidos de hierro hidratados-, y un silicato arcilloso como la caolinita.

La ausencia en el espectro FTIR-ATR de las bandas correspondientes a los enlaces oxígeno-hidrógeno (OH), hace imposible caracterizar el óxido de hierro presente en la muestra. De igual forma, los valores de Ti observados en XRF, la relación de este elemento químico con el resto de elementos identificados, llevó a plantear la posible presencia de algún compuesto mineral con titanio. Sin embargo, la ausencia de resultados que refuten esta hipótesis llevan a que quede en una mera hipótesis.

#### *vi. Los núcleos de color de Xalla*

Esta categoría de objetos examinados consta de un total de siete muestras, P3A, P4A, P6A, P8A, P9A, P10A y P11A, correspondientes a tres grupos de color, rojo –P8A, P9A y P10A-, naranja –P3A- y verde –P4A, P6A y P11A-. A la totalidad de las muestras extraídas ha sido posible aplicarles el total de técnicas arqueométricas propuestas en la metodología, a fin de conseguir la caracterización de la mayor cantidad de componentes posible y determinar de esta manera parte de las recetas del grupo de trabajo de Xalla.

Rojos: las tres muestras de color rojo se caracterizaron cromáticamente como *10R 3/6 dark red* en el momento de su revisión y muestreo. Cada una de las tres muestran leves diferencias en su tonos y matices como se puede observar en las imágenes LM.

La muestra P8A (Figura 53.2) exhibe un color rojo oscuro con una granulometría bastante regular, a expensas de las partículas negras de lustre metálico con iridiscencia que se presentan en la totalidad de la muestra y que se observan en la parte central de la imagen. La composición de la muestra es bastante heterogénea, puesto que es posible observar partículas cristalinas de tamaño regular, así como granos de tonalidad pardo-café. Durante la revisión del núcleo de color se pudo observar que junto a las aglomeraciones de color venían asociados restos de carbón, así como pequeñas laminillas de mica de tono café,

materiales que no se han observado en la composición de la muestra a nivel microscópico (Figura 53.1).



Figura 53.1 Núcleo de P8A. Nótese el fragmento de carbón en la parte superior del nódulo. Fuente: elaboración propia.

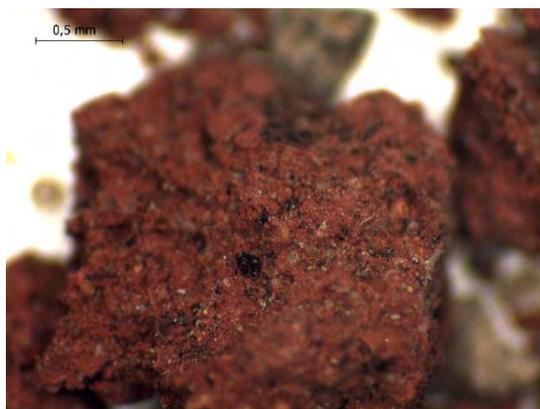


Figura 53.2. P8A. 35X. Fuente: elaboración propia.



Figura 53.3. Núcleo de P9A. Nótese la concreción anaranjada. Fuente: elaboración propia.



Figura 53.4 P9A. 25X. Fuente: elaboración propia.



Figura 53.5 P10A. 35X. Detalle nódulo rosa. Fuente: elaboración propia.

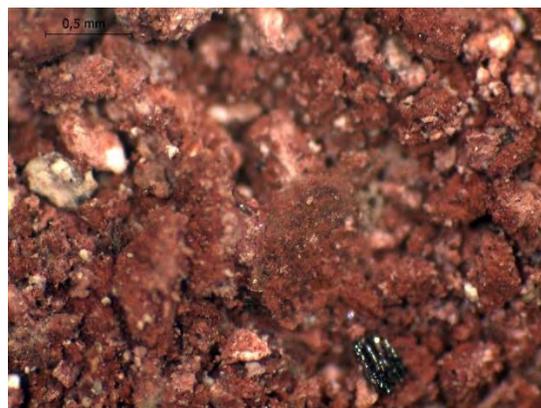


Figura 53.6 P10A. 30X. Fuente: elaboración propia.

**Figura 53.** Imágenes de los núcleos de color rojo de Xalla. LANDIARH.

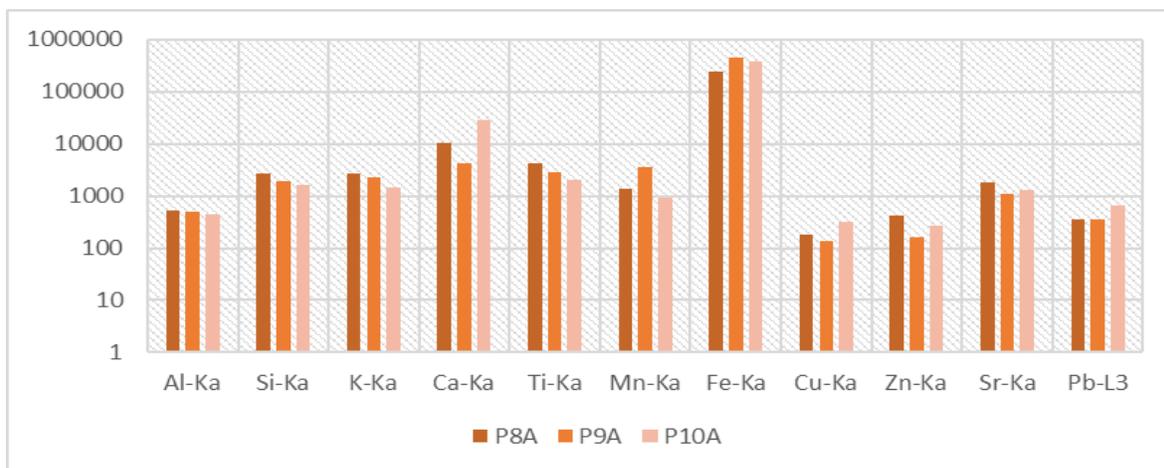
A diferencia de P8A, la muestra P9A exhibe igualmente un tono rojo oscuro, aunque como se observa en la Figura 53.4, el color rojo posee un matiz más luminoso que la anterior. La granulometría de la muestra es regular y fina, patrón roto por partículas negras de lustre metálico y forma romboide, que se puede observar en el margen izquierdo de la imagen, sobresaliendo del nódulo de color. Durante la revisión del núcleo del cual se extrajo la muestra y con la revisión bajo LM, se pudieron observar pequeñas acumulaciones de color anaranjado dispersas por la pieza, sin embargo, a simple vista no parece responder a ningún material agregado sino a la propia naturaleza del material colorante (Figura 53.4).

La última de las muestras de rojo presenta un aspecto totalmente diferente a las dos anteriores, con un color rojo oscuro con partículas de blancas, que en algunos granos se convierte en un rosa cuya tonalidad recuerda a la vista anteriormente en otras muestras de rosas en Xalla. La muestra P10A presenta unas características que llevan a pensar que se trata de un pigmento en proceso de elaboración y no de una materia prima, como las dos anteriores. En la Figura 53.6 se observa la gran heterogeneidad que exhibe la muestra en cuanto a su composición, con acumulaciones de material blanco diseminadas y mezcladas con el material rojo por toda la muestra. En el margen inferior derecho de la imagen se percibe un pequeño fragmento de carbón, reconocible por la estructura acanalada presente en su superficie y por el brillo característico del carbón.

La revisión realizada bajo LM lleva a pensar en la posibilidad de que la muestra P10A responda a una preparación sin finalizar, quizás buscando un tono rosado oscuro, quizás buscando un rojo de tonalidad clara. A partir de la observación realizada es posible afirmar la existencia de nódulos de color rosado totalmente amalgamado (Figura 53.4) por lo que se tiende a pensar en una búsqueda de un rosa de tonalidad oscuro.

Los resultados de las tres muestras obtenidos en XRF reflejan las diferencias cromáticas observadas, permitiendo agrupar a P8A y P9A y dejar a P10A como una muestra claramente diferenciada de las dos anteriores. A nivel de caracterización elemental, la tríada de muestras presenta los mismos elementos químicos, siendo predominante el Fe, seguido de Ca. Con un número de cuentas mucho menor aparecen el Ti, Mn, Sr, K, Si, Al, Zn, y Cu, destacando la presencia de plomo (Pb) en todas ellas (Gráfico 16). Los valores representados

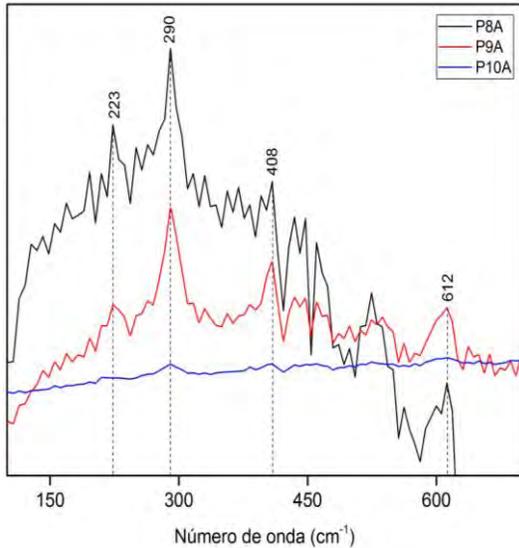
en las tres muestras llevan a pensar en que nos encontramos de nuevo ante tierras naturales ricas en Fe y aluminosilicatos, inferido a partir de la presencia de elementos como el Sr, K, Al, y Mn. En el caso particular de la muestra P10A, los valores de Ca presentados junto a la revisión realizada bajo LM, lleva a pensar en la presencia en la composición de la muestra de algún tipo de compuesto de calcio.



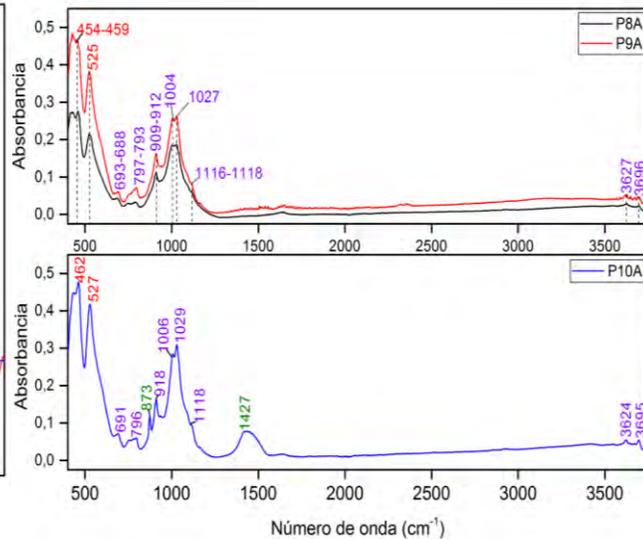
**Gráfico 16.** Valores promedio de la química elemental de las muestras de núcleos rojos. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Las formulaciones hipotéticas planteadas en el párrafo anterior a partir de los resultados de XRF respecto a la posible naturaleza de las muestras de rojo, se confirman a partir de la interpretación de los espectros generados por Raman y FTIR-ATR. Los espectros Raman (Figura 54) de las tres muestras muestran las bandas características de la hematita, con una mayor intensidad y claridad en las muestras P8A y P9A, y con una menor intensidad en P10A; sin embargo, son claras las cuatro bandas definitorias del citado óxido de hierro (Figura 55).

Una vez identificado el material generador del color rojo en las muestras, los espectros FTIR-ATR permiten ahondar de manera más profunda en los compuestos minerales presentes en las muestras. En concordancia con lo visto en los resultados XRF, el análisis con FTIR-ATR permitió agrupar a P8A y P9A, como muestras cuya naturaleza corresponde a tierras naturales, compuestas principalmente por óxidos de hierro, se identifican bandas de hematita, y un compuesto arcilloso como es la caolinita (Figura 55).



**Figura 54.** Espectrograma Raman de las muestras de núcleos rojos. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 55.** Espectrograma FTIR-ATR de las muestras de núcleos rojos. En rojo, bandas de óxidos, en violeta: caolinita, en verde: Carbonato de calcio. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

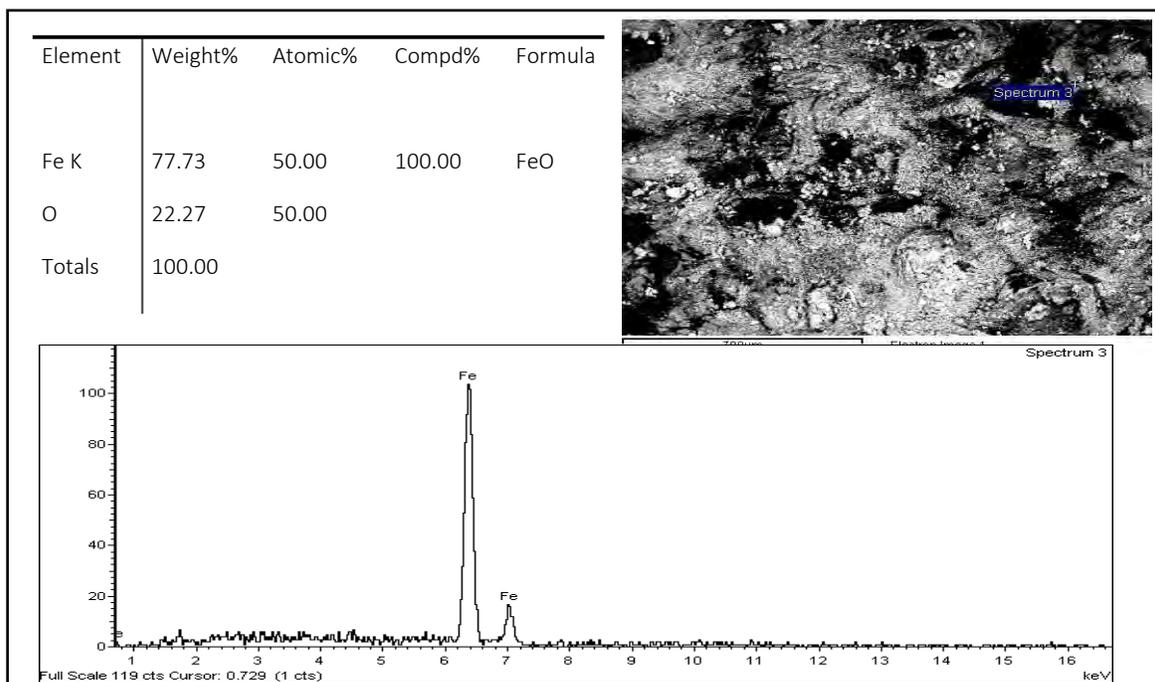
Las diferencias observadas en P10A bajo LM y en XRF respecto a las dos muestras anteriormente comentadas se reflejan en el espectro FTIR-ATR de ésta. De nuevo se identifican bandas de hematita y de caolinita, por lo que nos encontramos ante una tierra natural. Se identifica una banda en  $873\text{ cm}^{-1}$  y otra no muy definida en  $1427\text{ cm}^{-1}$ , ambas características de carbonatos de calcio, compuesto químico posiblemente empleado para conseguir el tono rojo claro o rosa oscuro comentado en las páginas anteriores (Chukanov, 2014).

Las tres muestras fueron analizadas mediante XRD, generando resultados sin diferencias entre ellas, ya que en todas se identifican óxidos de hierro, caracterizando la fase cristalina de la hematita en P8A (Anexo XRD, p. 323). En esta muestra, se identificaron otros óxidos como óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), óxido de hierro ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), hidróxido de hierro y manganeso ( $\text{FeMnOH}$ ), óxido de hierro, zinc y manganeso hidratado ( $\text{FeZnMnOH}$ ), todos ellos posiblemente presentes en la composición de las tierras naturales. Junto a lo anterior, se identificó sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

El difractograma de la muestra P9A presenta igualmente óxido de hierro ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), hierro ( $\alpha\text{Fe}$ ) y cuarzo, ( $\text{SiO}_2$ ) (Anexo XRD, p. 324). La última de las muestras de rojos analizadas con XRD, P10A, presenta compuestos similares a los caracterizados en las dos

similares, con presencia de óxido de hierro, bajos indicadores de cuarzo, así como óxido de silicio (Anexo XRD, p. 325).

En cuanto a los resultados de SEM-EDX de P9A, P9A y P10A, en los tres casos se identificaron Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Mg. Todas las muestras, presentan el Fe como el elemento con mayor presencia. Lo anterior se ejemplifica en la Figura 56, donde el espectro generado, la cuantificación elemental y la imagen SEM, permiten ver la alta cantidad de Fe en la muestra P8A.



**Figura 56.** Resultados SEM-EDX de P8A. Detalle de granos de Fe. Fuente: Laboratorios Centrales UVEG.

Otros elementos químicos con valores representativos presentes en las tres muestras son Ca, Si, K y Al (Anexo SEM-EDX, pp. 346, 347, 348). La presencia de estos elementos químicos, además de la proporción mostradas por éstas, confirma que estas tres muestras de color rojo no corresponden a hematita pura, si no a tierras naturales, muy comunes en los suelos del Valle de Teotihuacan y del Centro de México, y ampliamente utilizadas en Teotihuacan.

Naranjas: El grupo de los naranjas en esta categoría de objetos arqueológicos sólo está representado por una acumulación de un compuesto naranja oscuro de una gran

heterogeneidad, siendo de hecho, la muestra que mayor heterogeneidad muestra en cuanto a composición. Lo afirmado anteriormente se pudo observar a simple vista durante el proceso de revisión y extracción de muestra (P3A) (Figura 57.1). Dada la heterogeneidad mostrada por la muestra ha resultado imposible clasificar el croma de la muestra a partir del sistema Munsell, ya que la muestra presenta de manera general un color naranja-ocre de tonalidad oscura *7.5YR 6/8 reddish yellow-5YR 5/8 yellowish red*, que, tras su molienda, algo que se realizó para realizar el análisis XRD y FTIR-ATR, adquiere un color naranja vivo y de gran luminosidad.



Figura 57.1. Nódulos de P3A. Fuente: elaboración propia.



Figura 57.2 P3A, Detalle de la heterogeneidad de la muestra. 20X. Fuente: elaboración propia.

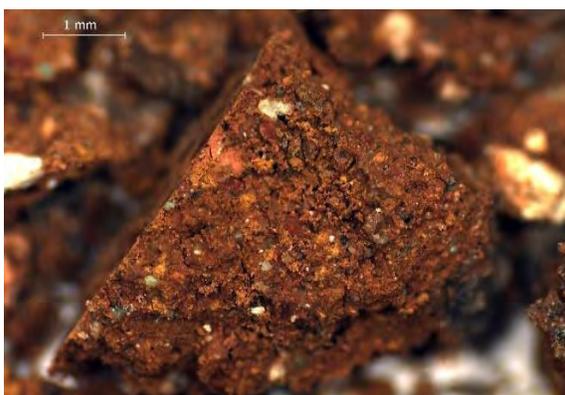


Figura 57.3 P3A. 25X. Nótese la diversidad cromática. Fuente: elaboración propia.

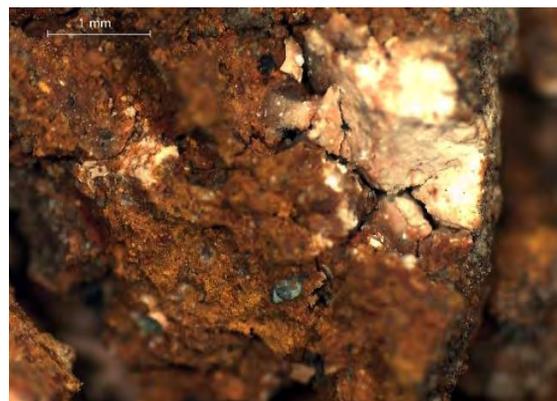


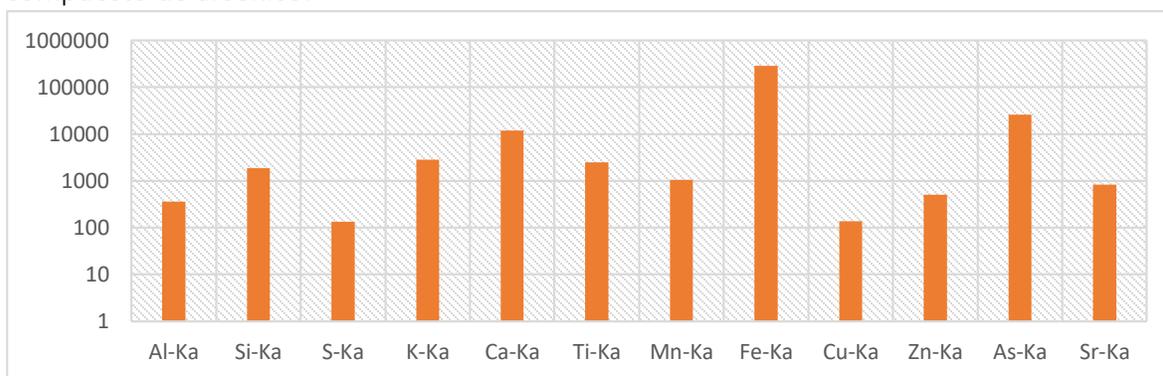
Figura 57.4 P3A. 25X. Detalle aglomeración blanca y partícula verde. Fuente: elaboración propia.

**Figura 57.** Imágenes de la muestra de naranja P3A. LANDIARH.

La revisión realizada con LM de la muestra, no hizo sino revelar todavía más la heterogeneidad de la muestra. Ésta presenta unas características únicas respecto al resto de las muestras observadas, con una granulometría muy irregular y una composición realmente

heterogénea (Figura 57.3). La totalidad de la muestra presenta aglomeraciones de color marfil, granulometría muy fina y compacta de textura arcillosa, además de pequeños elementos de color verde de aspecto pétreo (Figura 57.2 y 57.4).

Los resultados XRF de la presente muestra siguen el patrón marcado por el resto de muestras analizadas en la presente investigación, siendo el Fe el elemento con mayor número de conteos y estando muy por encima del resto de elementos como se observa en la gráfica 17. En esta muestra destaca la presencia del arsénico (As), con un número de conteos alto (>25000), el cual permite pensar en que la muestra este conformada por algún compuesto de arsénico.



**Gráfico 17.** Valores promedio de la química elemental de P3A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Lo anterior nos lleva a pensar como posibles compuestos de arsénico en oropimente, o trisulfuro de arsénico ( $As_2S_3$ ) y rejalgar, o tetrasulfuro de arsénico ( $As_4S_4$ ). Sin embargo, los bajos valores de S dificultan esta posibilidad, si bien es cierto que debido a que el haz de rayos X del XRF es generado por un tubo de molibdeno (Mo) y las intensidades de este elemento químico (Mo) impiden o dificultan medir con claridad las de azufre.

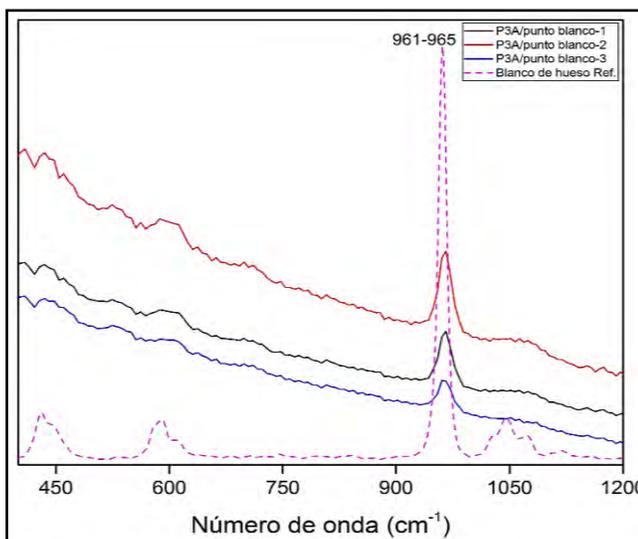
Otra posibilidad más plausible a raíz de los valores y elementos químicos identificados que explique la presencia de As en la muestra venga dada por los altos valores de Fe en la muestra (>270,000 de promedio). De esta forma se trataría de una impureza, lo que podría dar información acerca del posible origen de la materia prima empleada en la elaboración de este pigmento. Lo anterior lleva a pensar en el cinturón de cobre de Michoacán, donde

Teotihuacan disponía de enclaves comerciales, abundan los yacimientos de hematita y se localizan las mayores concentraciones de arsénico en Mesoamérica<sup>21</sup>.

Con todo el resto de elementos químicos identificados en la presente muestra –Ca, Sr, Ti, Mn, Si, Al, Cu, Zn- junto con los altos valores de Fe indicados en los párrafos anteriores, nos vuelven a hablar de la naturaleza terrosa del pigmento. Para su manufactura pudieron haberse mezclado varios óxidos de hierro buscando nuevos matices en los colores cálidos de la paleta cromática teotihuacana.

A este pigmento, debido al interés generado por su alta heterogeneidad, se le aplicaron todas las técnicas arqueométricas planteadas, a fin de conseguir caracterizar los materiales presentes en la muestra. Respecto a los análisis realizados con las técnicas de espectroscopía vibracional, la espectroscopia Raman no generó resultados concluyentes en lo respectivo a posibles materiales generadores del color naranja. Durante la experimentación realizada sobre P3A se pudieron observar bandas que podrían asociarse al rango de los óxidos de hierro, sin embargo, la fluorescencia generada por la propia naturaleza de la técnica impide que las citadas bandas puedan ser interpretadas como características de algún compuesto mineral.

Con espectroscopía Raman se logró caracterizar la banda característica de fosfatos en  $965\text{ cm}^{-1}$  en las partículas blancas presentes en toda la muestra<sup>22</sup> (Lafuente et al., 2015) (Figura 58). Esto junto con los análisis XRF puntuales en estas partículas y que resultaron en altos valores de fósforo (P), permite caracterizar este material como blanco de hueso, material que pudo haber sido empleado por los



**Figura 58.** Espectrograma Raman de las partículas blanco marfil de P3A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

<sup>21</sup> Conversación personal Dra. María Luisa Vázquez de Ágredos Pascual (2017)

<sup>22</sup> Referencia de blanco de hueso tomada de <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html> (20-03-2017)

trabajadores del color de Xalla como medio para amalgamar el pigmento o para aclarar el color final del pigmento.

Llama la atención del blanco de hueso caracterizado su compactación, textura arcillosa y su fina granulometría, todo ello observado bajo LM y en el momento de la extracción de la muestra. Lo anterior nos lleva a cuestionarnos acerca de la tecnología empleada para conseguir que el hueso adquiriera el color blanco marfil mate y la textura anteriormente señalada. Lo anterior lleva a pensar en que este material pudo ser tratado mediante calentamiento térmico, ya que los huesos según la temperatura a la que sean tratados, adquieren una textura y coloración concreta. De manera hipotética se plantea que el hueso pudiera haber estado tratado entre 650-700 °C, temperatura en la que el hueso adquiere una tonalidad blanco mate y una consistencia similar al yeso (concuerta con la consistencia y textura observada en el material blanquecino analizado), convirtiéndose en un material óptimo para aglutinar pigmentos (Trellisó Carreño, 2001:91).

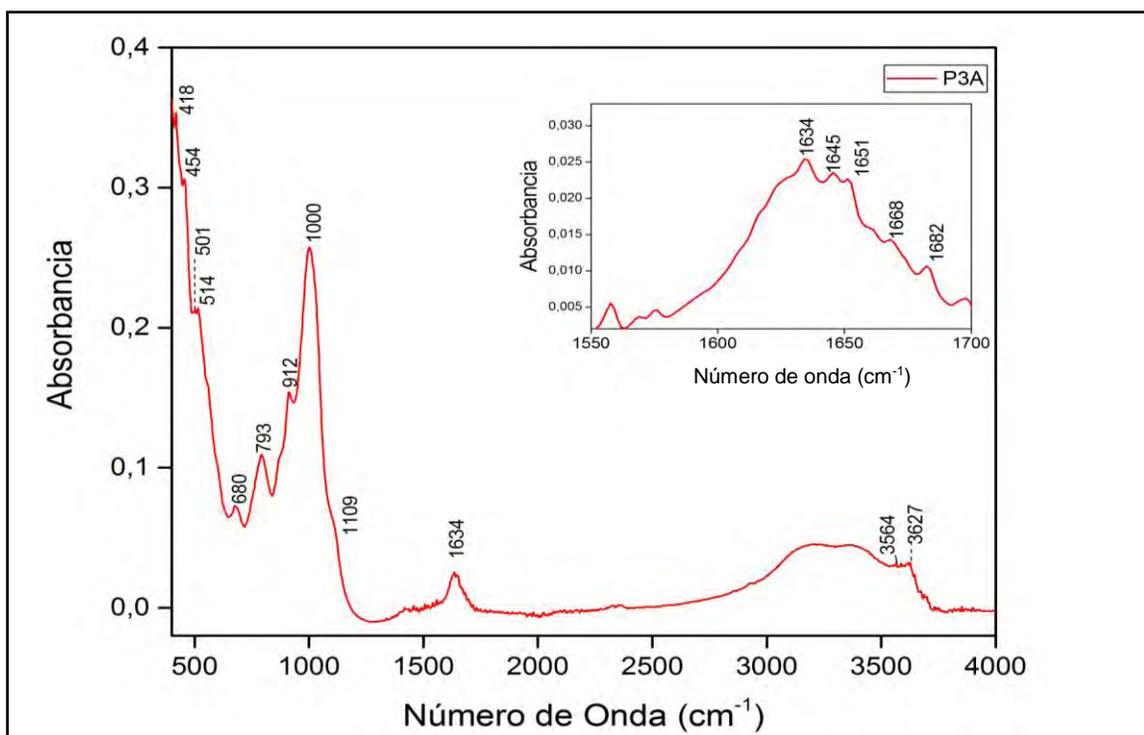


Figura 59. Espectrograma FTIR-ATR de P3A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

El espectro generado por FTIR-ATR de la presente muestra tampoco es demasiado clarificador en lo relativo al material o materiales que generan el croma de la muestra. Tal y como se observa en el espectro generado de P3A (Figura 59), se observan bandas

correspondientes al grupo de los óxidos en  $454\text{ cm}^{-1}$ ,  $501\text{ cm}^{-1}$  y  $514\text{ cm}^{-1}$ , sin embargo, no se ha encontrado una referencia que contenga las tres bandas.

Si las bandas se interpretan por separado, podríamos asociar la banda de  $454\text{ cm}^{-1}$  a la hematita (Chukanov, 2014:250) y la de  $514\text{ cm}^{-1}$  a lepidocrosita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), un óxido de hierro hidratado, algo plausible puesto que se observa una banda ancha y no definida entre  $3000\text{ cm}^{-1}$  y  $3600\text{ cm}^{-1}$ . Ésta podría corresponder al enlace OH de la lepidocrosita o de algún otro compuesto con enlace OH, aunque la falta de más bandas no hace posible ser categórico en este sentido.

Las bandas en  $680\text{ cm}^{-1}$ ,  $793\text{ cm}^{-1}$ ,  $912\text{ cm}^{-1}$ ,  $1000\text{ cm}^{-1}$  y  $1109\text{ cm}^{-1}$  podrían corresponder por forma e intensidad a minerales silíceos del tipo arcilloso, puesto que algunas de las bandas anteriormente citadas corresponden a caolinita y otras son más coincidentes con montmorillonita. Ambos minerales arcillosos han sido ampliamente documentados en las tierras naturales del Centro de México y caracterizados en la paleta pictórica de Teotihuacan (Martínez García et al., 2012; Sánchez Morton, 2013).

Como se observa en el espectro (Figura 59) se captaron señales en el rango del espectro  $1630\text{-}1680\text{ cm}^{-1}$ , concretamente posee picos en  $1634\text{ cm}^{-1}$ ,  $1645\text{ cm}^{-1}$ ,  $1651\text{ cm}^{-1}$ ,  $1668\text{ cm}^{-1}$ . Para este rango del espectro las posibilidades son múltiples, ya que en este rango se concentran las señales del grupo funcional C=O, enlace químico que puede estar presente tanto en compuestos inorgánicos como orgánicos. En el caso de esta muestra, la presencia de bandas de minerales silicios del tipo arcilloso como la caolinita-montmorillonita, los cuales tienen una banda única en  $1640\text{ cm}^{-1}$ , lleva a pensar que la hipótesis de que esta banda pertenezca a estos compuestos arcillosos es la más factible. Sin embargo, una ampliación del rango espectral en cuestión permite observar que no se trata de una única banda, sino que el espectro refleja múltiples bandas de baja intensidad que no deben pasar inadvertidas (Figura 59).

Los compuestos minerales que presentan una banda en el rango del espectro comentado en el párrafo anterior, ésta es única, sólo posee un pico, por lo que es plausible pensar en que la señal registrada para la muestra P3A se deba a compuestos de distinta naturaleza, como los compuestos inorgánicos. El grupo funcional de los carbonilos podría ser

una respuesta a los picos registrados entre 1630-1680  $\text{cm}^{-1}$ . Los carbonilos, en este rango del espectro, se asocian a aminoácidos, compuestos orgánicos que se combinan para formar compuestos proteicos. Lo anterior permite plantear hipótesis a que la banda que presente el espectro FTIR-ATR de P3A pudiera estar relacionada a la presencia de un compuesto orgánico en la muestra (Socrates, 2001:145).

Ahora bien, saber el tipo de compuesto orgánico que podría dar esta señal no es posible con esta técnica, ya que se requieren técnicas específicas para materiales orgánicos como la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) o la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).

A pesar de las limitaciones anteriormente señaladas, es posible, a partir de la analogía con estudios similares y mediante la revisión de la literatura especializada en materiales pictóricos y en química orgánica, plantear qué posibles sustancias orgánicas podrían estar asociadas a los aminoácidos. Dentro del rango espectral 1630  $\text{cm}^{-1}$ -1680  $\text{cm}^{-1}$  se han caracterizado bandas asociadas a proteínas animales, concretamente a colágeno, sustancia proteínica que se encuentra en el tejido conjuntivo, óseo y cartilaginoso, y que por la acción del calor se convierte en gelatina (De Campos Vidal & Mello, 2011:284). Dado que con espectroscopía Raman se caracterizó blanco de hueso, es también posible que estas bandas se asocien al colágeno del hueso.

Además de lo anterior, se revisaron manuales de materiales pictóricos, concretamente sobre aglutinantes y componentes de origen animal (Doerner, 2011) y bases de datos de sustancias proteicas empleadas en la elaboración de pigmentos analizados con FTIR-ATR (Vahur et al., 2016), y se observó que los espectros relativos a aglutinantes proteínicos poseen bandas entre 1625-1635  $\text{cm}^{-1}$ . Con todo, resulta interesante la coincidencia de las bandas vistas en P3A con las observadas en la literatura especializada y en bases de datos, ya que implicaría el uso de aditivos proteicos de origen animal en las mezclas pictóricas de Teotihuacan, algo que no ha sido reportado hasta la fecha. Sin embargo, harán falta pesquisas específicas en el campo de la química orgánica para confirmar o rechazar estos planteamientos.

Por último, los análisis con XRD y SEM-EDX realizados sobre la muestra P3A vienen a confirmar lo interpretado con el resto de técnicas.

La interpretación del difractograma de esta muestra (Anexo XRD, p. 318) confirmó la presencia de montmorillonita, además de identificar rutilo, un óxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) un aluminosilicato del grupo de los feldespatos y óxido de silicio. Estos dos últimos compuestos minerales estarían asociados a la composición de las tierras naturales; sin embargo, para el caso del rutilo, de coloración amarillo-anaranjada, los valores de titanio identificados con XRF y SEM-EDX no permiten aseverar que pudiera ser parte principal en la composición de la muestra.

Los resultados de SEM-EDX realizados en los laboratorios centrales de la UVEG sobre la muestra P3A, concuerdan con los elementos químicos vistos con XRF, identificándose Fe, Pb, K, S, Al y Si. Éstos resultados junto a las microimágenes y el análisis semicuantitativo permitió interpretar que la coloración naranja de la muestra tendría su origen en la mezcla de diversos óxidos de hierro como la hematita (Anexo SEM-EDX, p. 342). La presencia de Pb podría asociarse a impurezas geológicas, dado los porcentajes observados en los análisis semicuantitativos. Un punto que no ha sido posible resolver es la presencia de S en la muestra, ya que se presenta en un porcentaje considerable pero no ha sido posible interpretarlo o asociarlo a algún otro elemento químico.

La principal diferencia es que no se pudo identificar As, por lo que se decidió realizar un segundo análisis con SEM-EDX en el LANCIC-IF a fin de discernir si la presencia de As observada en XRF podía responder a la presencia de algún compuesto con este elemento químico o a impurezas del hierro, como se ha planteado en las páginas anteriores. En este segundo análisis de SEM-EDX se identificó As, pero en proporciones muy bajas, lo que unido al resto de elementos químicos caracterizados y la proporción de éstos, llevan a plantear la presencia de este elemento como una impureza del Fe (Figura 60, Anexo SEM-EDX, pp. 356-357).

Uno de los aspectos que interesaba analizar en la presente muestra era los granos verdes observados de manera regular en la totalidad de la muestra. Gracias a los análisis puntuales que permite realizar el SEM-EDX se pudo analizar uno de estos elementos de

coloración verdosa. La caracterización elemental dio como resultado la identificación de Al, Si, P, Fe, K, Ca, Mg, Ti y Na, lo que junto a los análisis semicuantitativos y las microimágenes generadas en los mapas de distribución elemental, se ha interpretado como un aluminosilicato asociado con hierro, lo que coincide con la composición de las tierras verdes naturales (Anexo SEM-EDX, pp. 358-361).

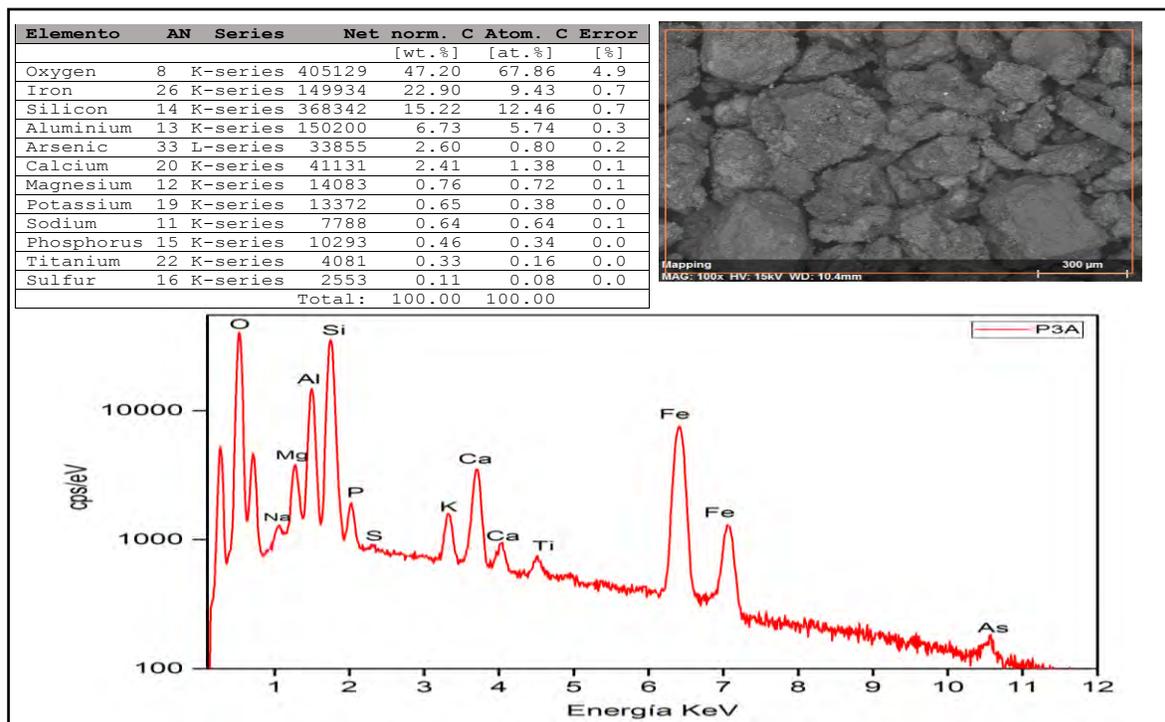


Figura 60. Resultados SEM-EDX de P3A. Fuente: LANCIC-IF.

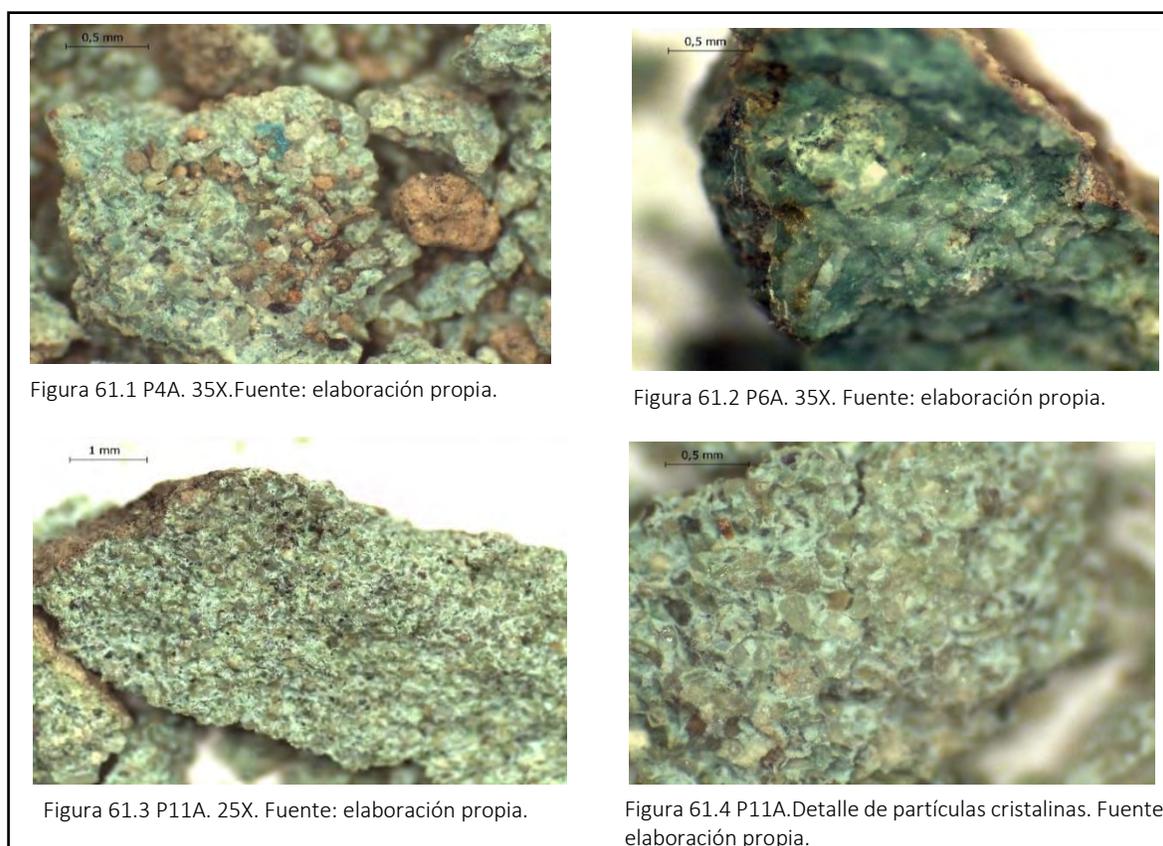
Junto a lo anterior fue identificado un nuevo compuesto mineral, la barita. Este sulfato de bario se interpretó a partir de la revisión de las micromágenes obtenidas y la realización de análisis puntuales sobre gránulos diferenciados en las microimágenes, ya que presentan un mayor brillo, indicador de su mayor peso. La semicuantificación que permite realizar esta técnica generó unos resultados que concuerdan con la composición química de barita revisada en las bases de referencia (Anexo SEM-EDX, p. 358).

La identificación de este compuesto mineral resulta de interés, ya que con este mineral se puede obtener pigmento blanco. La interpretación de la presencia de este compuesto en la muestra es conflictiva, ya que como se indicará en el siguiente capítulo, la barita puede estar asociada geológicamente a los carbonatos de calcio (presentes en la

muestra); sin embargo, no se debe descartar categóricamente que su presencia pueda ser intencional para conseguir rebajar, junto al blanco de hueso, la gradación del naranja.

Verdes: son tres las muestras de verdes extraídas de tres núcleos de color, P4A, P6A y P11A, todas ellas con un color verde luminoso de tono pálido, *GLEY1 8/2 pale Green*. De nuevo la cantidad y la buena preservación de los núcleos de color y por extensión de las muestras extraídas, ha permitido que se les aplique todas las técnicas arqueométricas.

Las imágenes LM de la triada de muestras verdes permitió realizar una primera diferenciación entre ellas. Como se observa en las Figuras 61.1, 61.2 y 61.3, las muestras P4A y P11A poseen semejanzas en cuanto al croma, con un tono pálido y una gran luminosidad, mientras que P6A posee un tono de verde más oscuro e intenso con menos luminosidad de las dos anteriores.

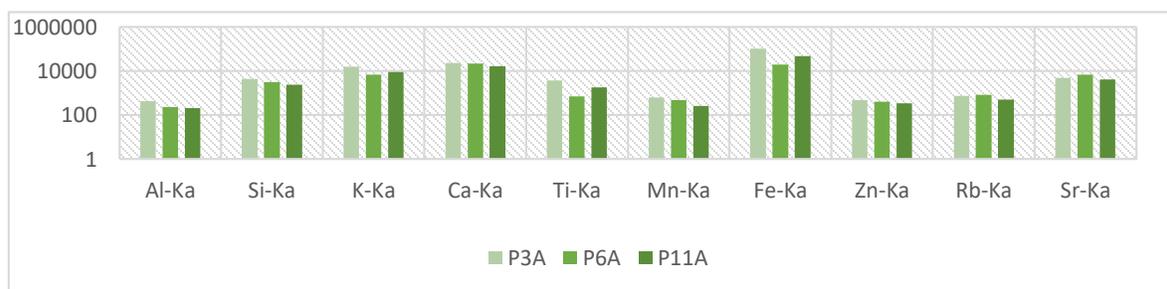


**Figura 61.** Imágenes LM de las muestras de verde extraídas de núcleos de color. LANDIARH.

Esta asociación entre P4A y P11A y disociación de éstas respecto a P6A, es visible también a través de la composición de las muestras. Mientras P4A y P11A poseen una

composición heterogénea, principalmente conformada por una matriz de verde que amalgama partículas cristalinas de granulometría irregular (Figura 61.4), la muestra P6A parece poseer una mayor homogeneidad en este sentido, puesto que sólo se observa la matriz de color verde intenso sin resto aparente de algún otro material de naturaleza distinta a la matriz verdosa. En la muestra P4A, destaca una partícula de color verde turquesa, elemento observado en el resto de muestra (Figura 6.1).

Los resultados que se han obtenido mediante XRF de las tres muestras de verde mostraron una sorprendente ausencia de Cu, ya que los verdes en Teotihuacan se caracterizan por derivar de compuestos de cobre como la malaquita ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ), un carbonato básico de cobre. Sin embargo, las tres muestras presentaron altos valores de Fe y Ca, seguido de K, Sr, Si, Zn, Cr, Mn y Al. La presencia de estos elementos, los altos valores de Fe, unido a los de K y Sr lleva a pensar en que se trate de una tierra natural a base de óxidos de hierro (Gráfico 18).

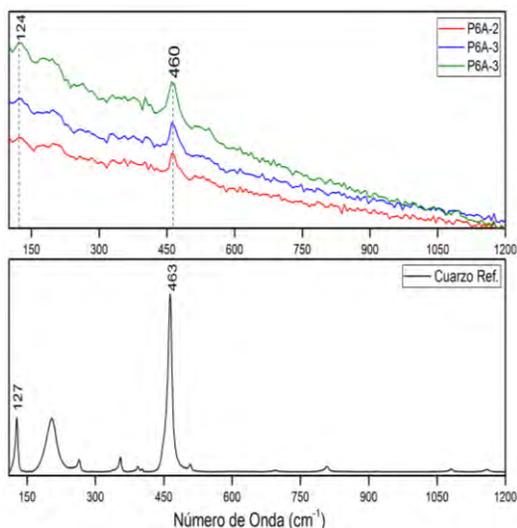


**Gráfico 18.** Valores promedio de los resultados XRF de las muestras de verde de núcleos de color. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

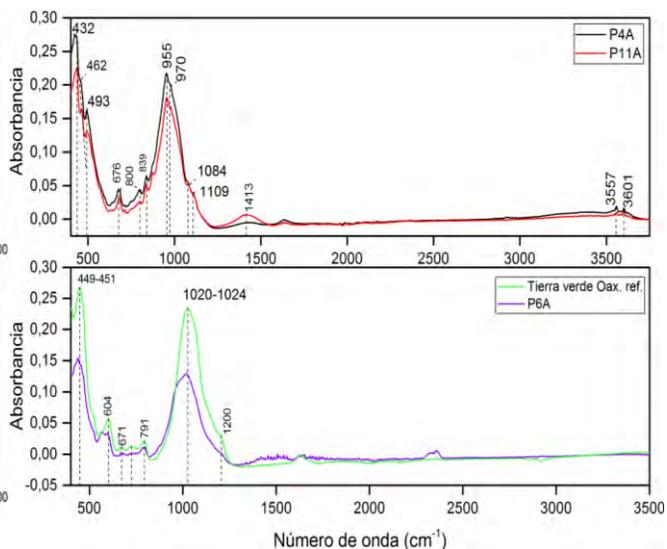
La experimentación con Raman (7s, 10, 40x) dio buenos resultados en una de las tres muestras, presentando un espectro que se identificó como característico del cuarzo, con bandas en  $124\text{ cm}^{-1}$  y  $464\text{ cm}^{-1}$  (Figura 62). Mediante FTIR-ATR fue posible analizar la totalidad de las muestras caracterizando las muestras P4A y P11A como celadonita ( $\text{KMgFe}^{3+}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ), un filosilicato del grupo de las micas (Chukanov, 2014:501) común en la composición de las tierras naturales verdes .

Por su parte la muestra P6A, la que a partir de la revisión con LM se diferenció de las dos anteriores, posee bandas tanto de celadonita como de glauconita, otro filosilicato ferroso del grupo de las micas  $((\text{K},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe}^{2+},\text{Fe}^{3+})(\text{Fe}^{3+},\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2)$  (Chukanov, 2014:451,501). En el marco de la experimentación con estas muestras de verdes, se pudo

contar con una muestra de tierra verde proveniente del municipio de Magdalena Apasco ubicado en el Valle de Etna, Oaxaca. El espectro resultante es coincidente con la muestra P6A, por lo que es posible afirmar que se trata del mismo tipo de material (Figura 63).



**Figura 62.** Espectrograma Raman de P6A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 63.** Espectroscopía FTIR-ATR de los núcleos de color verde junto a referencia de tierra verde de Oaxaca. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Dos de estas tres muestras de verde se analizaron mediante XRD, esperando confirmar los resultados obtenidos mediante las técnicas anteriores. Sin embargo, ninguno de los difractogramas generados identificó algún tipo de material que pudiera generar el cromatismo verde, identificando para la muestra P4A, calcita magnesiana y mica de la variedad muscovita (Anexo XRD, pp- 319-320). La presencia de calcita magnesiana en la muestra podría responder a la intención de generar esa matriz verde claro observada bajo LM, mientras que la inclusión de mica podría ser resultado de la búsqueda de brillos por parte de los trabajadores del color de Xalla.

Es interesante que la variedad de mica caracterizada sea muscovita y no flogopita, ya que esta última, procedente de las minas de Oaxaca (Manzanilla Naim et al., 2017), era utilizada para decorar los pisos de Xalla, por lo que quizás el uso distinto de las dos variedades de mica pudiera responder a propiedades distintas de estos dos minerales.

Dado el interés generado por estos pigmentos verdes de naturaleza terrosa, se decidió analizar la microestructura de las muestras y realizar un análisis elemental semicuantitativo mediante SEM-EDX. Los resultados generados en las tres muestras

corroboran lo visto en las anteriores muestras, identificando Fe, Ca, K, Si, Al, Ti, Zn, en las tres muestras de color verde, siendo el Fe, el Si y el K los elementos con mayor proporción en las áreas y puntos analizados de la muestra, por lo que es posible caracterizarlas como tierras naturales (Anexo SEM-EDX, pp. 343, 345, 349). Con la caracterización de estos pigmentos elaborados a partir de tierras naturales compuestas por celadonita y glauconita, se amplía el repertorio de pigmentos de naturaleza terrosa empleados por los trabajadores del color en Xalla, y, por ende, de Teotihuacan.

vii. *El color en la miscelánea de Xalla*

El último de los grupos de artefactos líticos examinados de Xalla para la presente investigación incluye un *corpus* variado de diferentes artefactos, desde instrumentos líticos de función indeterminada hasta almenas espigadas, pasando por un fragmento cerámico y ofrendas rituales de malacofauna con núcleos de color. El grupo consta con un total de 26 muestras (IL3A, IL8A, IL17A, IL26A, IL27A, IL28A, IL46A, IL47A, IL48A, IL49A1, IL49A2, IL50A, IL51A, P1A, P2A, P5A, P7A, P15A, P17A, P18A, P19A1, P19A2, P20A1, P20A2, P20A3, P21A), todas ellas revisadas bajo LM. Del total de muestras, 17 fueron seleccionadas para su posterior caracterización mediante el protocolo arqueométrico planteado (IL8A, IL17A, IL28A, IL46A, IL47A, P1A, P2A, P5A, P7A, P17A, P18A, P19A1, P19A2, P20A1, P20A2, P20A3, P21A).

Cuatro de las muestras seleccionadas (IL17A, P2A, P5A, P7A) fueron escogidas para realizar el análisis con espectrofotometría Uv-Vis dado que reunían las condiciones óptimas de cantidad, sin embargo, los resultados generados no fueron satisfactorios, debido a la posible entrada de luz durante el análisis lo que generó una distorsión en la medición. Con todo, el acervo de muestras analizadas comprende gran parte de la gama cromática observada en el resto de grupos de artefactos con muestras de color rojo, rosa, amarillo, verde y blanco.

Rojos: el grupo de los rojos se encuentra representado por siete muestras (IL17A, IL28A, P5A, P19A1, P19A2, P20A1, P21A). La muestra IL28A fue tomada de un artefacto informe con rojo intenso de matiz amarillo, *2.5YR 4/8 red*, mientras que los seis restantes fueron extraídos de soportes pictóricos de distinta naturaleza. Por un lado, mientras que IL17A -color rojo oscuro *10R 3/6 dark red-*, P5A (*10R 4/6 red*), P19A1 y P19A2 se tomaron de aplanados de estuco, en el caso concreto de IL17A era un reborde curvo de estuco que engalanaba una de las escalinatas de Xalla. Las muestras P20A1 y P21A, ambas de color rojo intenso (*10R 4/6 red*), se tomaron directamente sobre un elemento arquitectónico, en el primer caso una gran almena espigada y en el segundo caso de una espiga de almena.

Las imágenes LM permiten observar algunas de los matices cromáticos observados durante el proceso de documentación y extracción de las muestras. Las muestras de un color rojo intenso con un matiz más claro (P5A, P20A1 y P21A) parecen poseer las mismas características en cuanto a la composición de la superficie de color (Figuras 64.2, 64.6, 64.7). Estas tres muestras poseen un color rojo homogéneo e intenso, dispuesto de manera regular sobre la capa de color blanco sobre la que se disponen. Éstas muestras poseen una granulometría fina, una composición homogénea y presentan el mismo tipo de elementos agregados, como son partículas cristalinas integradas totalmente en la matriz de color, así como elementos de color negro de naturaleza aparentemente distinta pero que comparten una misma característica, el brillo.

En la muestra P5A las partículas negras poseen brillo y lustre metálico, observado en la parte central de la Figura 64.1 correspondiente a la muestra IL17A. Por el contrario, los elementos de color negro de las muestras P20A1 y P21A poseen un tono negro café y un lustre vítreo, semejante al visto en algunas variedades de mica documentadas en Xalla.

Por su parte, la muestra IL17A comparte algunas de las características descritas en el párrafo anterior, aunque con un tono de rojo más oscuro que el resto de las muestras del grupo. Por lo demás, tanto a nivel granulométrico como de composición posee las características descritas para las muestras anteriores (Figura 64.1).



Figura 64.1. IL17A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH

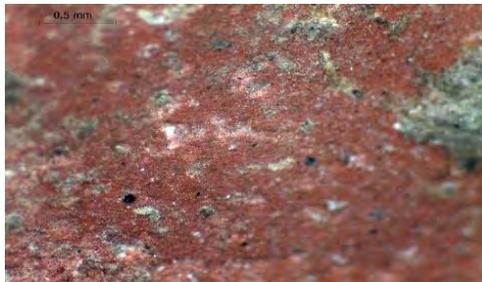


Figura 64.2. P5A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH



Figura 64.3. IL28A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH



Figura 64.4. P19A1. 225X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



Figura 64.5. P19A2. 225X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



Figura 64.5. P20A1. 225X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



Figura 64.6. P21A. 180X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

**Figura 64.** Imágenes LM de los rojos de la miscelánea de Xalla.

La muestra IL28A (Figura 64.3) al contrario de las demás, proviene de un soporte distinto, poseyendo un matiz diferente al resto de muestras de rojo del grupo. La granulometría de la muestra es fina, con un color rojo bastante homogéneo en toda la

muestra, sin embargo, presenta algunos granos de color blanco y amarillo diseminados en la matriz roja de la muestra, lo que le otorga ese matiz que la diferencia de las otras muestras. En lo relativo a su composición, se observa en la Figura 64.3 los elementos negros, de forma romboide y lustre metálico observados en muchas otras muestras de rojos. Junto a estas partículas se puede percibir en la parte izquierda del terrón que ocupa el primer plano de la imagen una partícula cristalina de grano totalmente diferente al resto del material, siendo plausible pensar que sea un agregado inserto en la matriz de color para dotar de más brillo a la muestra.

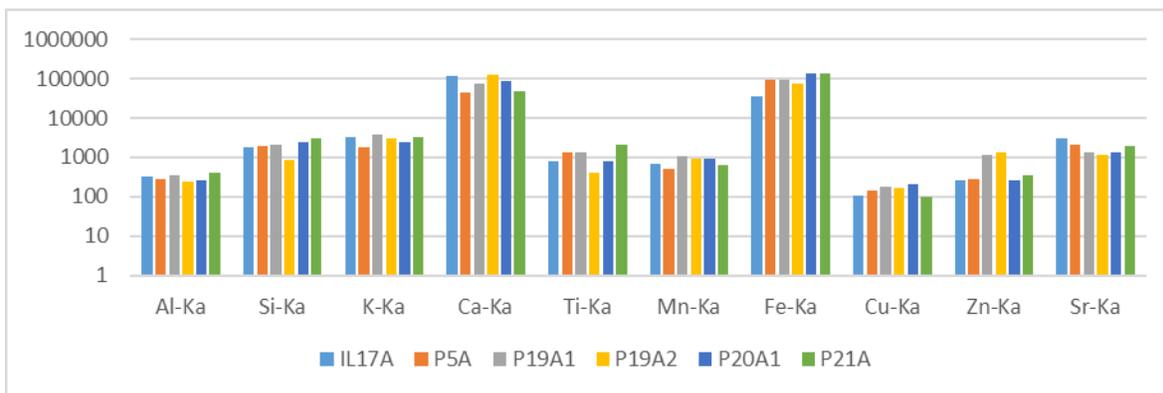
Las muestras P19A1 y P19A2 no presentaron las características necesarias en cuanto a preservación y cantidad para poder clasificarlas mediante el sistema Munsell, sin embargo, a partir de las imágenes LM obtenidas es posible observar el matiz de rojo que ambas poseen. Como se observa en la figura 64.4, la cantidad de color en la muestra P19A1 es muy inferior a la cantidad del material grisáceo que conforma el soporte sobre el que se dispuso el color. Sin embargo, los granos de color rojo poseen más claridad y un cierto matiz amarillento en comparación a la muestra P19A2, poseedora de un rojo más oscuro y similar al observado en las muestras P5A, P20A, y P21A (Figura 64.5).

En cuanto a la composición de P19A1 y P19A2, los restos de color son muy escasos para P19A1 como para poder observarla. La Figura 64.4 permite observar en cierta forma la homogeneidad en cuanto a composición del color rojo y la finura de su grano, sin embargo, la pátina amarillenta que parece cubrir parte del color rojo impide realizar observaciones más profundas en lo relativo al color.

Del total de siete muestras revisadas bajo LM y descritas en los párrafos anteriores, todas fueron analizadas mediante XRF, Raman y FTIR, a excepción de IL28A que sólo se analizó mediante SEM-EDX junto con IL17A y P5A. Por último, se seleccionó la muestra P5A para ser analizada bajo XRD para tratar de identificar los compuestos minerales presentes en la muestra.

La química elemental de las muestras analizadas mediante XRF es similar a la caracterizada en el resto de muestras de rojo, mostrando una preponderancia del Fe y el Ca por encima del resto de los elementos ya conocidos como Si, K, Sr, Ti, Mn, Al, Zn o Cu. Como

ocurre en el resto de rojos y prácticamente en la totalidad de las muestras de Xalla, los resultados que se plasman en el Gráfico 19, nos envían de nuevo al terreno de las composiciones de naturaleza terrosa, correspondiendo los altos valores de Ca al soporte de estuco sobre el que se disponen las muestras color.

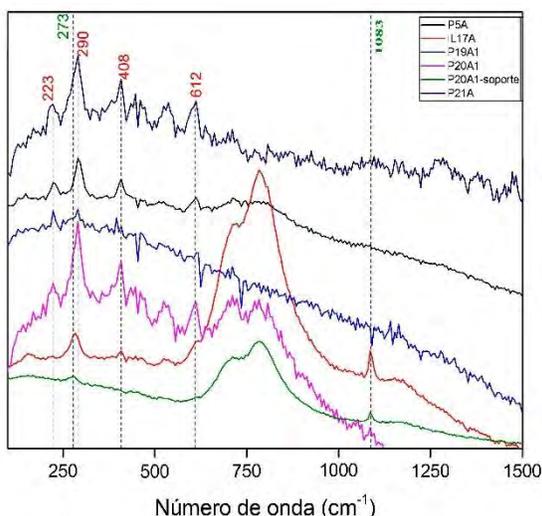


**Gráfico 19.** Resultados XRF de los rojos en la miscelánea de Xalla. Valores promedio de tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF

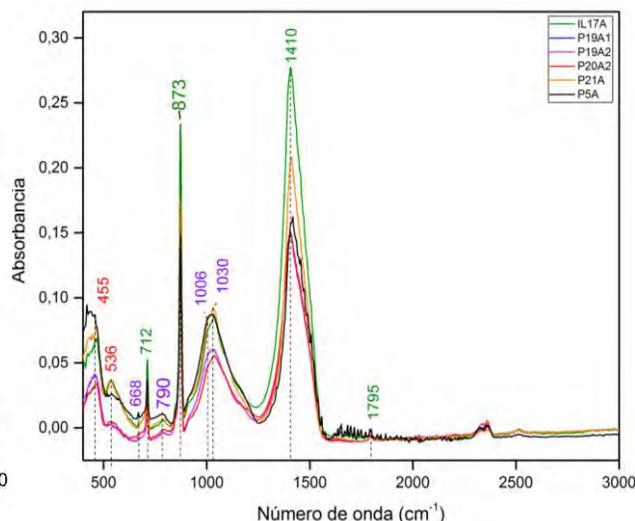
Los resultados Raman y FTIR-ATR confirman lo planteado a partir de los resultados de XRF, puesto que cómo se observa en los espectros generados (Figura 65 y figura 66), se ha podido identificar, en el caso del espectro Raman, hematita como el mineral generador del color rojo en todos los casos. En el caso del espectro de P20A1-soporte y P21A, la señal Raman captada por el equipo corresponde a la de calcita, correspondiente a la capa de estuco o de algún compuesto elaborado con este material sobre el que se dispone el color (Lafuente et al., 2015).

Los resultados FTIR-ATR corroboran lo dicho con anterioridad, pudiendo identificar las bandas correspondientes a la hematita y a la caolinita (Chukanov, 2014) (Figura 66). Es preciso indicar que, debido a la dispar cantidad de material blanco respecto a la capa de rojo, las bandas correspondientes a los óxidos de hierro y a la caolinita, compuestos minoritarios debido a lo fino de la capa pictórica y al mayor grosor de la capa del material elaborado con calcita, se encuentran menos definidas que las de este último material. Sin embargo, las

relaciones de intensidad entre las bandas así como su inequívoca ubicación dentro del rango espectral, permiten su identificación.



**Figura 65.** Espectrograma Raman de las muestras de rojo en la miscelánea de Xalla. En rojo: hematita, en verde: calcita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 66.** Espectrograma FTIR-ATR de las muestras de rojo en la miscelánea de Xalla. En rojo: hematita, en violeta: caolinita, en verde: calcita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

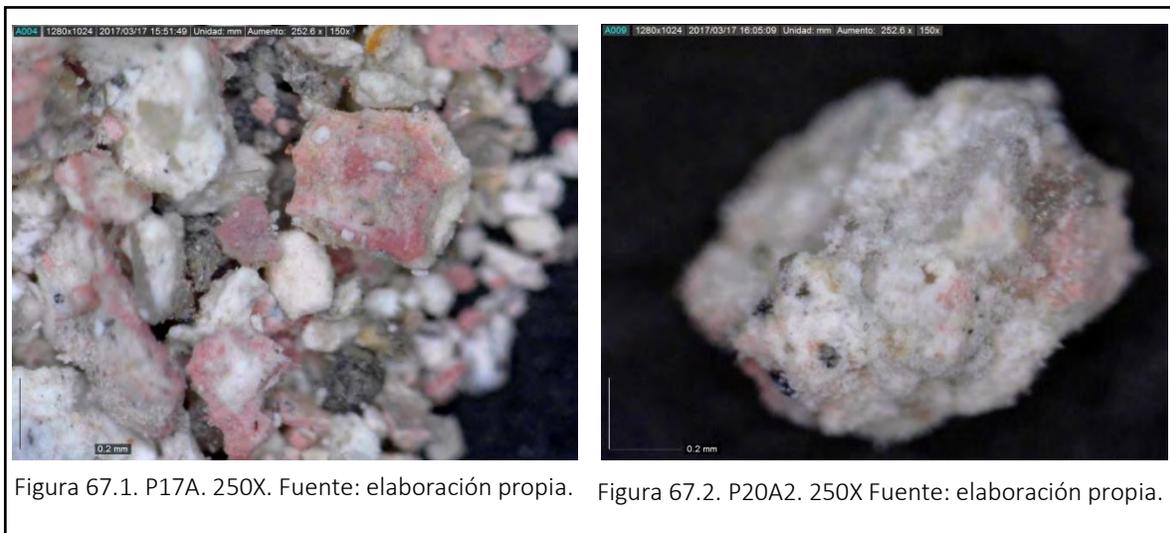
A fin de dilucidar el compuesto de calcita sobre el que estaban dispuestas las muestras de capa pictórica roja analizada, se escogió la muestra P5A para ser analizada mediante XRD, técnica que ha permitido identificar el soporte como estuco, puesto que se caracterizó cal ( $\text{CaO}_2$ ), además de cuarzo, carbonato de calcio y hematita (Anexo XRD, p. 321). El carbonato de calcio y la hematita podrían corresponder a la propia tierra natural empleada para elaborar el pigmento, mientras que la cal y el cuarzo corresponderían a parte de los materiales empleados para la elaboración de la capa de estuco sobre la que se dispuso la capa pictórica roja.

La última de las técnicas aplicadas, SEM-EDX, corrobora y confirma al resto de técnicas arqueométricas, a la vez que permite incluir a la muestra IL28A, dentro de los pigmentos de naturaleza terrosa. En esta muestra, como en IL17A y P5A, los resultados tanto de los elementos químicos presentes en las muestras, Fe, Ca, Si, K, Ti, Al, Mg, como las microfotografías tomadas permiten pensar en un óxido de hierro como la hematita como compuesto mineral generador del color rojo (Anexo SEM-EDX, pp. 330, 333, 344). Junto al óxido de hierro, se encuentra asociado a un posible carbonato de calcio. La interpretación para IL17A y P5A de este último compuesto de calcio es que forma parte del soporte sobre

el que se dispone el color. Todo lo anterior, junto con las imágenes LM donde se observan granos blancos diseminados en la matriz roja llevan a plantear que forma parte de la propia composición del pigmento, quizás para dotarle un tono más claro que el resto de muestras.

Rosas: Son dos las muestras de color rosa extraídas de entre la miscelánea de Xalla (P17A, P20A1), siendo éstas analizadas mediante LM, XRF y FTIR.

La muestra P17A tomada de un artefacto de lítica pulida semejante a la mano de un mortero, puesto que se conforma de mango y un bolo en uno de sus extremos distales con aparentes signos de trabajo como la superficie de éste ligeramente pulimentada. La forma rectangular del mango y el recubrimiento de parte del objeto con una pasta blanca seca con restos de coloración roja en el extremo bulbiforme, llevan a pensar también la posibilidad de que se trate de algún tipo de pieza escultórica semejante a un de “bastón de mando” o un metlapil tipo *dogbone* reutilizado. Por su lado, la muestra P20A2 corresponde a la segunda capa pictórica de la gran almena espiada (81468) superpuesta a una primera capa pictórica verde y cubierta con una tercera y última capa pictórica roja (P20A1).



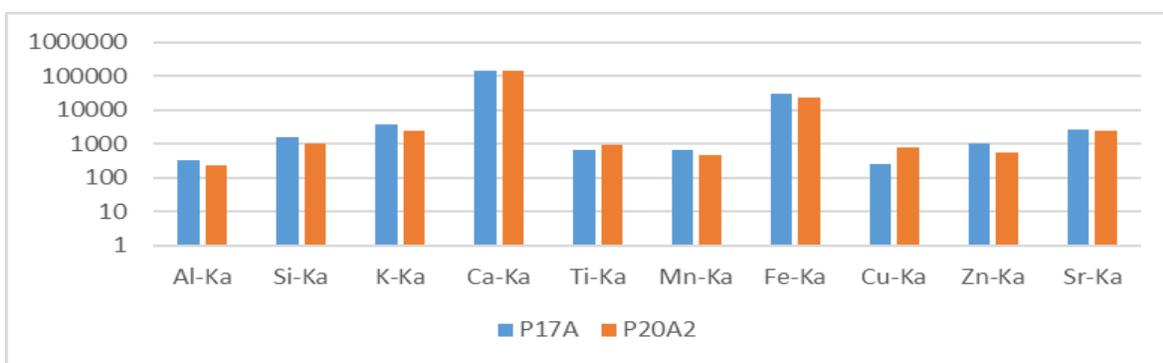
**Figura 67.** Imágenes LM de los rosas en la miscelánea de Xalla. LANCIC-IF.

En lo relativo a las características de las dos muestras de rosa observadas con LM, cabe comentar la similitud del tono de rosa, *10R 8/4 pink*, de ambas muestras. Este rosa claro se diferencia del rosa oscuro documentado para la muestra IL5A<sup>23</sup>. En la Figura 67.1 es

<sup>23</sup> IL5A muestra de rosa, *2.5YR 7/6 light red*, extraída de un alisador.

posible observar la capa pictórica rosa de P17A superpuesta a la capa de estuco, siendo ésta mucho gruesa que la capa de color en los fragmentos vistos en primer plano. En la imagen se puede observar e las partículas negras brillantes tan recurrentes en las muestras de color de Xalla. Respecto a la muestra P20A2, la capa rosa de la almena era la que peor estado de conservación presentaba, quedando pocos restos de coloración en el objeto, algo que se refleja en la imagen LM de la muestra (Figura 67.2).

Los resultados XRF de ambas muestras guardan relación con los de las demás muestras de rosa analizadas, ya que el elemento con mayor número de cuentas es el Ca, seguido del Fe, indicando de esta forma que la muestra estaría conformada principalmente por compuestos de calcio y hierro. El resto de elementos químicos identificados y graficados en el Gráfico 20, llevan a pensar de nuevo en la combinación entre una tierra natural y un compuesto de calcio como podría ser la calcita para generar el color rosa.



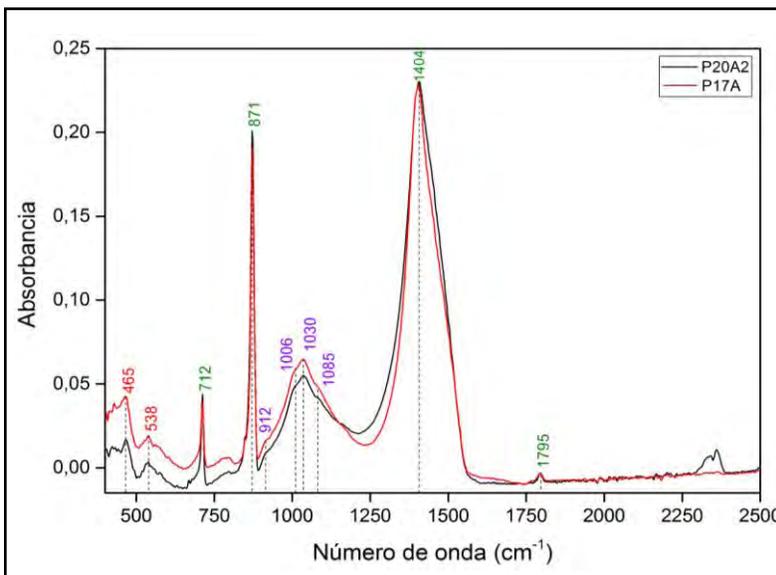
**Gráfico 20.** Resultados XRF de las muestras de rosa en la miscelánea de Xalla. Valores promedio de tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

A diferencia de la muestra de rosa extraída de un alisador (IL5A) que presenta una relación Ca/Fe más equitativa, pudiendo estar relacionado con el tono más rojizo de ese rosa, en las muestras P17A y P20A2 la citada relación se decanta en mayor medida para el calcio. Lo anterior permite plantear que podría estar relacionado con el tono más claro de estas dos muestras de rosa, aunque sin análisis cuantitativos no es posible aseverar este planteamiento.

Los resultados generados mediante FTIR-ATR para estas dos muestras de coloración rosa coinciden, al igual que los resultados de XRF, con el resto de muestras de rosa analizadas. Como se observa en la Figura 68, el espectro generado para las dos muestras presenta las bandas características de la calcita muy bien definidas, mientras que las

correspondientes a la tierra natural generadora del color rojo no lo están tanto, al igual que ocurre con los rojos de esta categoría de artefactos líticos.

Las bandas asignadas a óxido de hierro  $465\text{ cm}^{-1}$  y  $538\text{ cm}^{-1}$  podrían asociarse también a las de caolinita, puesto que este filosilicato arcilloso posee dos bandas en el mismo rango del espectro. La intensidad entre estas dos bandas, pareja en el caso de la caolinita, y más alta la primera ( $455\text{ cm}^{-1}$ ) que la

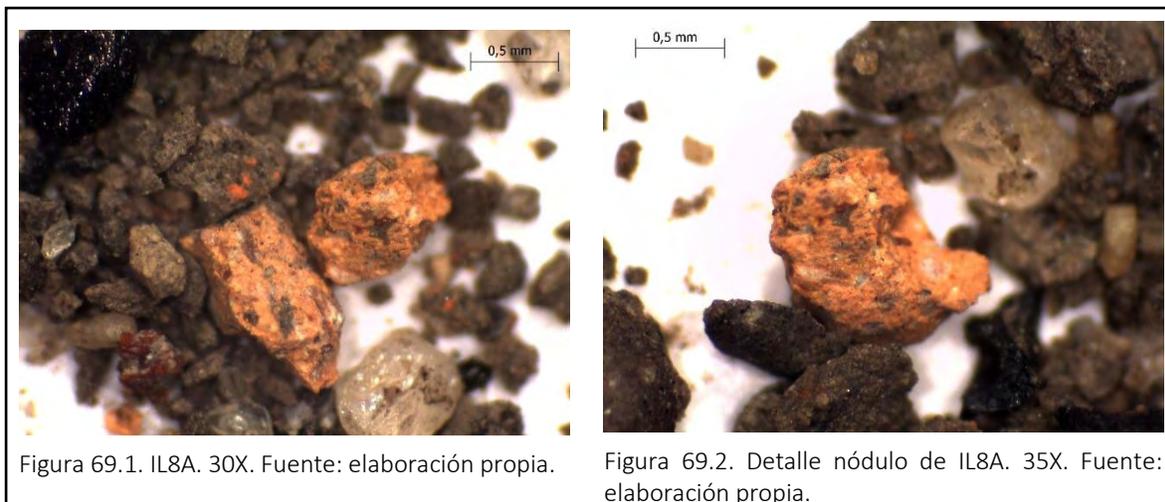


**Figura 68.** Espectrograma FTIR-ATR de los rosas en la miscelánea de Xalla. En rojo, óxido de hierro, en verde, calcita y en violeta: caolinita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

segunda ( $532\text{ cm}^{-1}$ ), en el caso de la hematita, llevan a concluir que corresponda a esta última (Chukanov, 2014).

Con todo, la identificación elemental observada en XRF junto con la interpretación del espectro FTIR-ATR de ambas muestras, así como lo interpretado para el resto de los rosas de Xalla, permite concluir que la composición principal de ambas muestras corresponda a la mezcla de una tierra natural. Ésta mezcla estaría compuesta principalmente por caolinita y algún óxido de hierro, posiblemente hematita, junto a calcita, mezcla predominante en los rosas de Xalla.

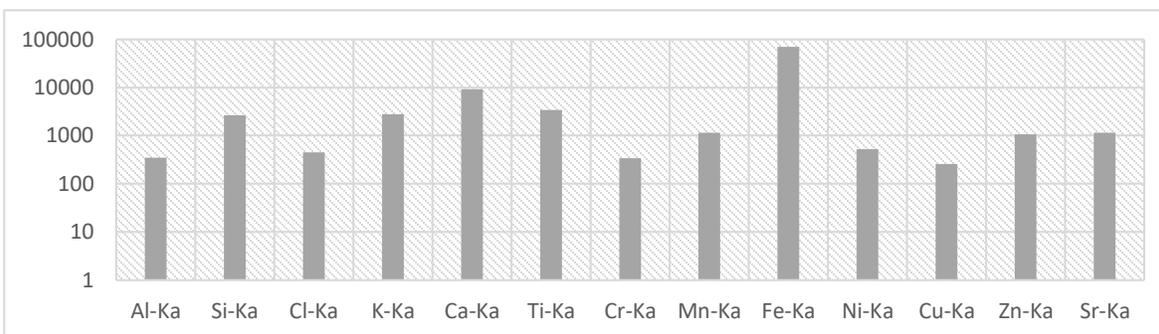
Naranjas: el color naranja está representado por una sola muestra, IL8A, la cual debido a la escasez de material colorante sólo pudo ser analizada mediante técnicas de análisis puntual como el XRF y la espectroscopía Raman. La muestra de naranja fue extraída de un instrumento lítico (80771) sin forma ni función determinada, siendo la muestra tomada de la superficie plana del objeto, asociado a láminas de mica que cubrían parte de la pieza.



**Figura 69.** Imágenes LM de IL8A. LANDIARH.

El color de la muestra, tal y como se observa en las imágenes LM (Figura 69.1 y Figura 69.2), es un naranja de matiz amarillento, *5YR 6/8 reddish yellow*, de gran luminosidad y viveza. La escasa muestra de material colorante permite observar lo heterogéneo de su composición y su fina granulometría, además de poseer diferentes tipos de partículas de coloración roja, amarilla y negra, cuyos tamaños son totalmente irregulares. De manera contraria a lo visto en otros pigmentos rojos y rosas de Xalla que presentan elementos negros de lustre metálico y brillante, en este caso las partículas de color negro son mate y de morfología irregular.

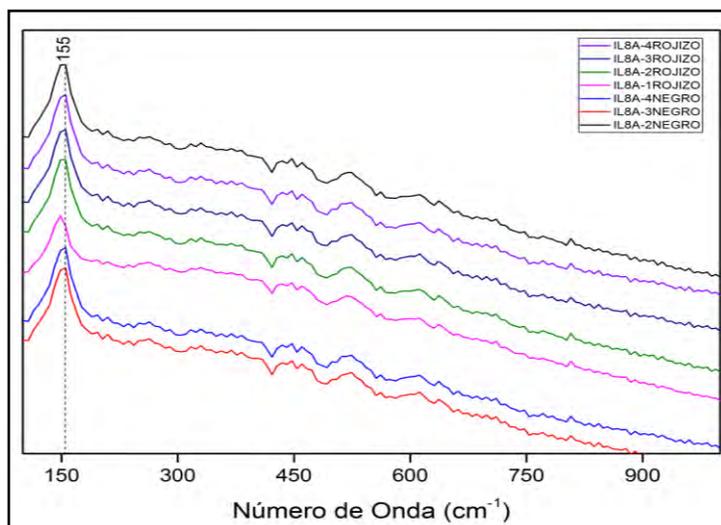
Los análisis realizados mediante XRF a la muestra de naranja proporcionaron la misma variedad de elementos químicos vistos en el resto de muestras de Xalla, con un predominio de los valores de Fe, seguido de Ca, Ti, Si, K, Sr, Zn, Mn, Al, Ni y destacando la presencia de cloro (Cl) aunque este último se presenta con valores bajos (Gráfico 21). Los elementos identificados corresponden a los comúnmente hallados en las tierras naturales, por lo que, sin poder ser categórico en la afirmación, es posible afirmar que la base de esta muestra sería una mezcla de compuestos de hierro, posiblemente óxidos como se ha visto en el resto de muestras. Los valores de Ti son lo suficientemente representativos como para poder pensar en algún compuesto con este elemento químico, que haya sido introducido en la composición del pigmento para generar el croma naranja.



**Gráfico 21.** Resultados XRF de la muestra IL8A. Valores promedio de tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

La muestra IL8A fue analizada mediante espectroscopía Raman, realizando un total de siete mediciones en puntos distintos de la muestra resultado en los espectros graficados en la Figura 70. El pico en 155

$\text{cm}^{-1}$  registrado en la totalidad de los puntos tomados a la muestra no ha podido ser interpretado, por lo que será necesario realizar análisis en mayor profundidad a fin de indagar en los componentes minerales que generan el color naranja en la presente muestra.



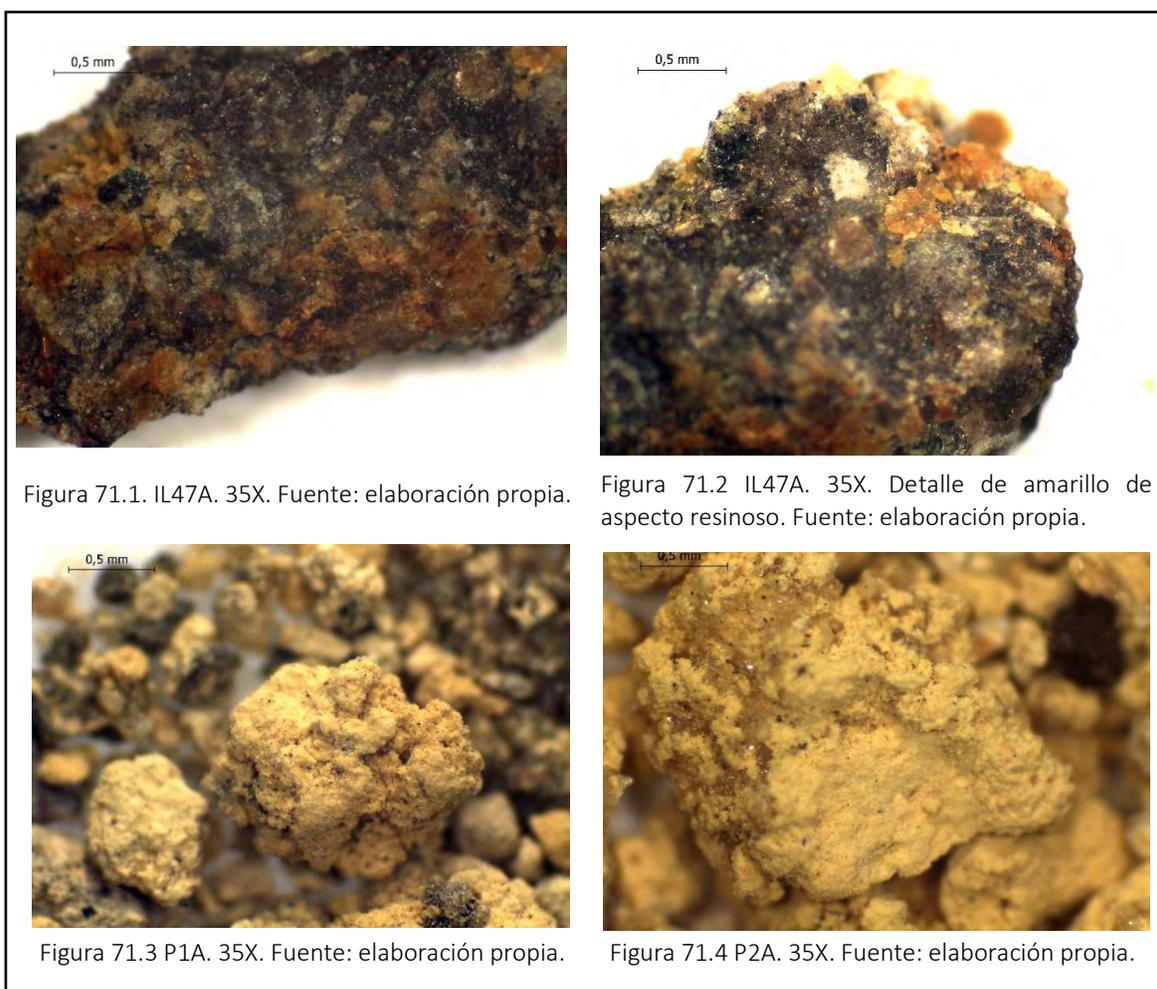
**Figura 70.** Espectrograma Raman de IL8A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Como resultado de la experimentación arqueométrica aplicada a la muestra IL8A y a causa de la escasez de la misma, sólo es posible concluir que esta muestra de naranja estaría compuesta por una probable mezcla de óxidos de hierro, cuya mezcolanza habría generado el croma anaranjado luminoso que se observa en las imágenes LM.

Amarillos: el grupo de los amarillos se conforma de nueve muestras (IL26A, IL27A, IL46A, IL47A, IL49A1, IL49A2, P1A, P2A, P15A). Tras la revisión de éstas mediante LM, se observó que sólo tres de las nueve tenían restos de color en la cantidad suficiente para poder ser

analizadas. Las muestras IL47A y P1A fueron analizadas con XRF, Raman, FTIR-ATR, XRD y SEM-EDX, mientras que la muestra P2A que fue analizada mediante SEM-EDX.

Las tres muestras de amarillo poseen matices diferentes en cuanto al color, mientras que P1A y P2A muestran un amarillo intenso, *2.5Y 8/8 yellow*, con una gran luminosidad (Figuras 71.2 y 70.3), la muestra IL47A presenta una coloración amarilla de matiz dorado oscuro, *10YR 7/8 yellow*, de aspecto similar a una sustancia resinosa seca (Figuras 71.1 y 71.2). Las características de IL47A vistas en LM no asemejan a lo observado en otros amarillos de Xalla caracterizados por su apariencia y textura terrosa. Además de lo anterior, presenta



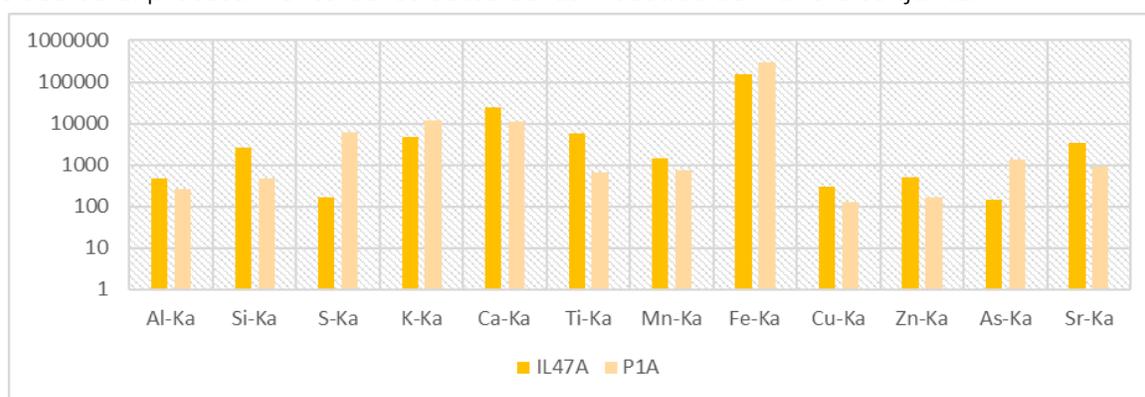
**Figura 71.** Imágenes LM de los amarillos en la miscelánea de Xalla. LANDIARH.

una granulometría muy fina y con granos de aspecto resinoso y con una composición homogénea.

Las imágenes LM muestran la similitud de las muestras P1A y P2A, algo relevante puesto que ambas fueron extraídas de núcleos de color dispuestos en dos especies de moluscos que conformaban una ofrenda ritual en la E12 de la Plaza 2 de Xalla. Estas dos muestras poseen una granulometría muy fina, lo que nos habla de un proceso de molienda y pulverizado de la materia prima exhaustivo para lograr la finura de grano observada. Ambas muestras presentan homogeneidad en cuanto a color y composición, ya que no se observan materiales agregados, tan solo partículas de coloración oscura repartidas por toda la matriz amarilla. Destacan ambas muestras por los brillos que generan cuando se les aplica luz directa, algo que se puede observar en la Figura 71.3.

Otro punto interesante en la imagen de la muestra P2A es que la matriz de color amarillo pareciera estar aglutinada con una sustancia brillante y aparentemente traslúcida, que asemeja a algún tipo de sustancia orgánica seca. Esta posibilidad se refuerza con el hecho de que al manipular la muestra para su observación con LM fue posible laminarla, algo que sin una sustancia aglutinante no sería posible realizar.

Los análisis mediante XRF reflejan las diferencias observadas en las imágenes LM. Como se observa en el Gráfico 22, las dos muestras de amarillo analizadas presentan notables diferencias, mientras que P1A muestra valores representativos de S y arsénico (As), la muestra IL47A no presenta estos dos elementos químicos, ya que su presencia en el gráfico es debido al procesamiento de los datos de las muestras de manera conjunta.

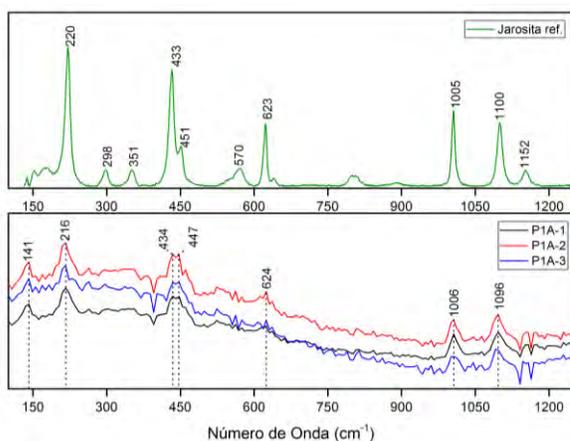


**Gráfico 22.** Resultados XRF de IL47A y P1A. Valores promedio de tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

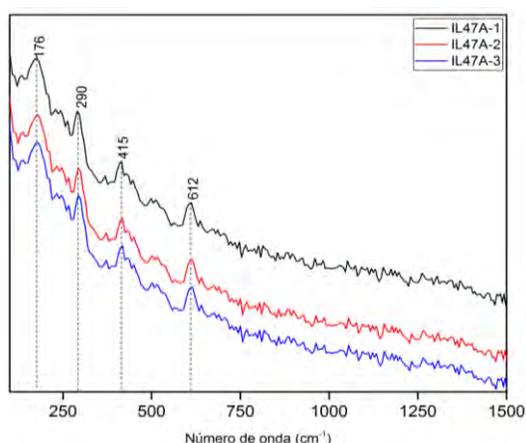
Dicho lo anterior, la presencia de ambos elementos es la principal diferencia entre una y otra muestra, ya que ambas muestras valores representativos de Fe, Ca, K, Si, Zn y Cu. Otra diferencia entre ambas es la presencia de Ti y Sr en IL47A, elementos químicos que

aparecen con valores residuales en P1A. Los resultados XRF generados permiten plantear que el color amarillo de IL47A y de P1A responde a compuestos diferentes.

Las técnicas de espectroscopía vibracional confirman lo planteado en el párrafo anterior. La muestra P1A (Figura 72) se ha caracterizado como jarosita tal y como se observa en el espectro Raman donde aparece junto con el espectro de referencia de ésta (Lafuente et al., 2015). El resultado Raman de P1A no deja lugar a dudas, puesto que se identifican la mayor parte de picos característicos de la jarosita, quedando por resolver para investigaciones futuras en las que pudiera analizarse la totalidad del pigmento la banda captada en  $141\text{ cm}^{-1}$ , la cual no ha podido ser asignada a ningún compuesto y que podría estar asociada algún compuesto de plomo, elemento identificado con valores muy bajos durante el análisis XRF.



**Figura 72.** Espectrograma Raman de P1A con referencia de jarosita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



**Figura 73.** Espectroscopía Raman de IL47A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

En cuanto al espectro Raman generado para IL47A (Figura 73), las señales identificadas para esta muestra de amarillo son características de la hematita, algo que ya ocurrió con la muestra de amarillo IL4A2, cuyo procesamiento para la elaboración de pigmentos genera colores rojos. Este fenómeno respondería al calentamiento de la muestra con el láser del equipo Raman, motivo por el cual la muestra pudo deshidratarse, perdiendo sus moléculas de agua y pasando de un óxido de hierro hidratado ( $\text{FeOOH}$ ) a un óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), generando la señal Raman característica de la hematita (Gialanella et al., 2010).

La caracterización de jarosita en la muestra P1A queda corroborada mediante el análisis FTIR-ATR (Figura 74) donde se identifican las bandas características de este sulfato de potasio y hierro hidratado ya caracterizado en otras muestras de Xalla (Chukanov, 2014:1416).

En contraste con la caracterización inequívoca de la jarosita para P1A, el espectro FTIR-ATR de la muestra IL47A (Figura 74) no ha sido posible interpretarlo de manera convincente, puesto que las bandas que muestra no permiten realizar una afirmación categórica al respecto de a qué materiales podrían responder.

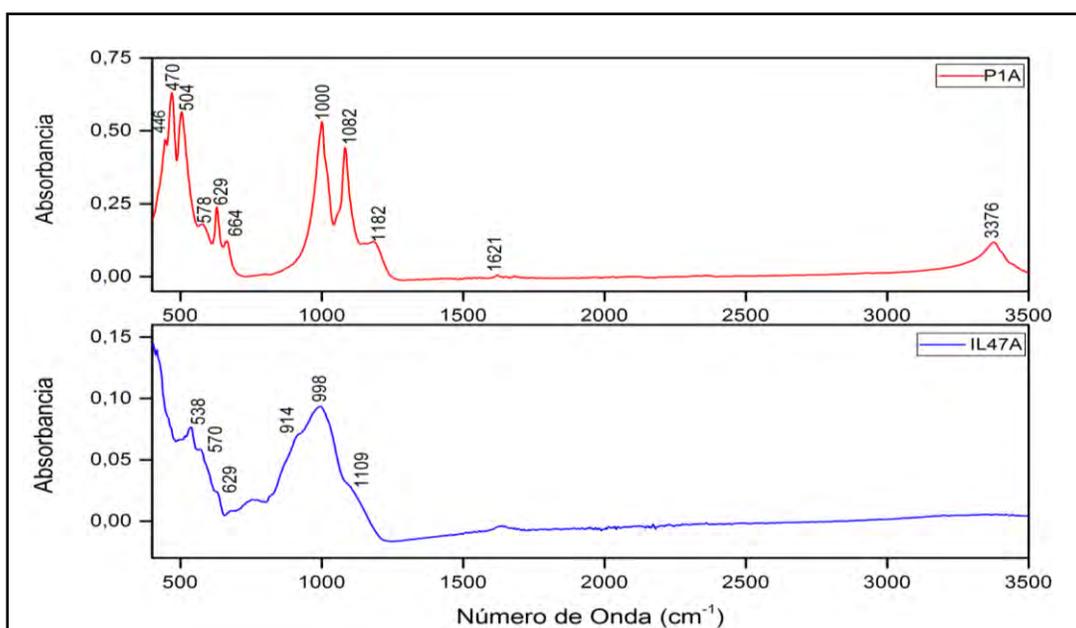


Figura 74. Espectrogramas FTIR-ATR de las muestras P1A e IL47A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Por otro lado, las bandas en  $914\text{ cm}^{-1}$ ,  $998\text{ cm}^{-1}$  y  $1109\text{ cm}^{-1}$  aparecen en el rango del espectro donde se dan las señales de silicatos arcillosos como la caolinita, la montmorillonita, la sepiolita ( $\text{Mg}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) o la hallosita ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), todos ellos con espectros similares. Las bandas descritas líneas arriba, guardan más relación con la caolinita-montmorillonita, por lo tanto, si juntamos la información proporcionada por XRF, espectroscopía Raman, FTIR-ATR junto con lo que se ha venido identificando para el resto de amarillos, resulta factible plantear a modo de hipótesis que nos encontremos ante un silicato arcilloso junto con un óxido de hierro y titanio.

Dado el interés que suscita el contexto de extracción de P1A, una ofrenda

malacológica, se decidió analizar esta muestra con XRD y SEM-EDX para así corroborar si la presencia de arsénico se podía deber a un material incluido de manera intencional o si responde a una impureza derivada del proceso geogénico del mineral. En el difractograma generado (Anexo XRD, p. 317) se identificó carbonato de calcio, un polimorfo del cuarzo como es la stishovita, óxido de calcio ( $\text{CaO}_2$ ), wustita ( $\text{FeO}$ ) y olivino ( $(\text{Mg,Fe}^{2+})_2\text{SiO}_4$ ). La interpretación de las fases cristalinas identificadas en el difractograma puede llevar a pensar en la inclusión de carbonatos de calcio y óxido de calcio a la jarosita con el objetivo de conseguir un tono de amarillo más claro que el original de la jarosita, de tono algo más oscuro.

En cuanto a la wustita, un óxido de hierro, y al olivino suelen ser minerales asociados a rocas basálticas. Dado que la principal materia prima con la que se elaboraron los instrumentos con los que al parecer se trabajó el color en Xalla son basaltos es posible que ambos minerales sean una contaminación derivada del proceso productivo del pigmento (Mooser, 1968).

La XRD ha permitido identificar dos compuestos de calcio,  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{CaO}_2$ , que se incluyeron en la muestra por el grupo de trabajadores del color en Xalla quizás para rebajar el tono de amarillo de la jarosita o quizás para dotar una textura concreta al pigmento.

Ahora bien, cómo interpretar la presencia de arsénico en la muestra es una cuestión que se resuelve a partir del análisis mediante SEM-EDX de la muestra P1A y cuyos resultados se muestran en la Figura 75. Las proporciones y los elementos químicos identificados a partir del análisis de área que se observa en la imagen generada coinciden y confirman con la caracterización de jarosita.

En cuanto a la cuestión relativa al As, éste se identificó con un valor menor a 0.02% por lo que fue considerado como impureza de la jarosita y se decidió no incluirlo en el resultado semicuantitativo de la muestra. Sin embargo, al cerrar la cuestión del arsénico mediante este análisis, se abrió otra como es la presencia de un 0.09% de fósforo (P), elemento químico identificado en la muestra de naranja P3A y que se asoció a la presencia de blanco de hueso. Debido a lo anterior, es plausible cuestionarse si esta muestra pudiera

contener algún compuesto de esta naturaleza en bajas proporciones utilizado para texturizar el pigmento, lo que supondría un recurso técnico más de los trabajadores del color de Xalla.

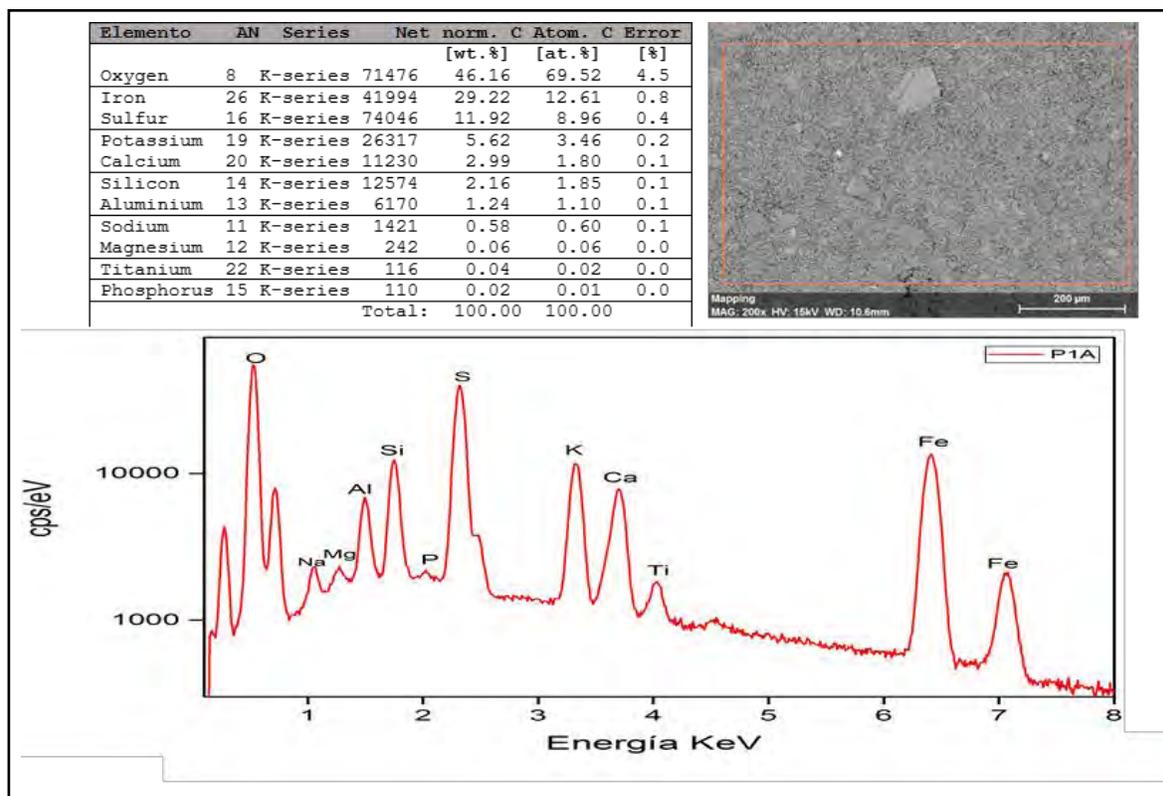


Figura 75. Resultados SEM-EDX de P1A. Fuente: Laboratorios Centrales UVEG

Para finalizar el grupo de los amarillos, la muestra P2A, similar en cuanto a color, granulometría y composición a la muestra P1A, fue analizada mediante SEM-EDX con el objetivo específico de caracterizar el material causante del color amarillo. Los resultados generados (Anexo SEM-EDX, p. 341) identificaron Fe, S, K, Ca, Al, Si, Mg, elementos químicos que junto al análisis semicuantitativo y junto a las microimágenes generadas por la técnica, permiten interpretar a la jarosita como materia prima predominante de esta muestra, confirmando el uso ritual y pictórico en Xalla.

Verdes: Son dos las muestras de color verde extraídos de distintos tipos de artefactos. La muestra P7A se recuperó de un tepalcate (81848) de temporalidad Tlamimilolpa en cuyo fondo se preservó restos de un polvo verde brillante del que se tomó una muestra. El otro ejemplo de verde de Xalla proviene de la gran almena (81468) localizada en la E12 de la P2

de Xalla, correspondiendo a la primera capa pictórica de la misma, cuyos motivos geométricos estaban pintados de este color.

La muestra P7A fue examinada bajo LM y analizada mediante SEM-EDX, mientras que P20A3 fue revisada con LM y se le aplicaron las técnicas XRF, espectroscopía Raman y FTIR-ATR. Las imágenes generadas durante la revisión con LM de las dos muestras permiten observar las diferencias de ambas en cuanto al matiz del color, ya que P7A posee un verde esmeralda *GLE Y1 6/2 pale Green* intenso y brillante de apariencia cristalina (Figura 76.1) y la muestra P20A3 posee un verde turquesa pálido, *GLE Y1 8/2 pale Green* (Figura 76.3).

El verde de la muestra P7A no parece estar procesado como pigmento, sino que se asemeja a una primera fase del proceso productivo en la que la materia prima se pulverizaría

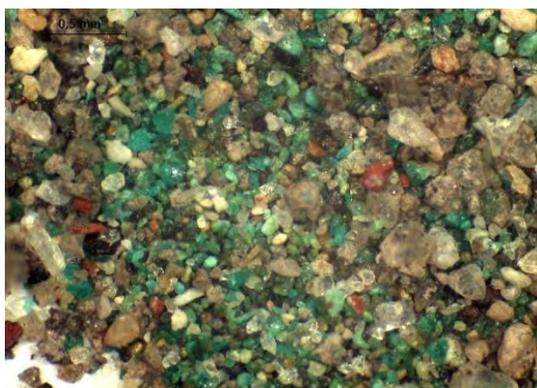


Figura 76.1 P7A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.



Figura 76.2 P7A. 35X. Fuente: elaboración propia. LANDIARH.

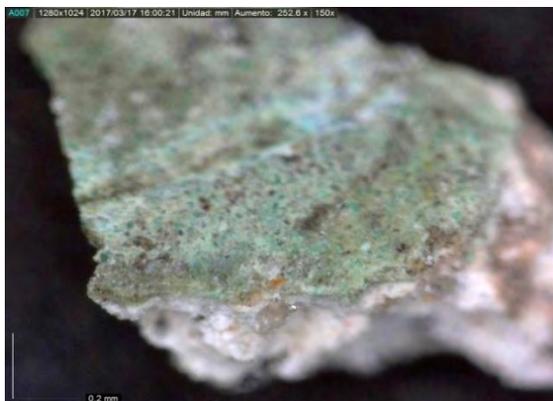


Figura 76.3 P20A-3. 250X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



Figura 76.3. P20A-3. 250X. Detalle de posible trazo pictórico de color azul turquesa. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

**Figura 76.** Imágenes LM de los verdes de la miscelánea de Xalla.

para ser posteriormente amalgamada. Los gránulos verdes poseen un tamaño irregular y se encuentran asociados con sedimento, todas aquellas partículas de color café grisáceo y

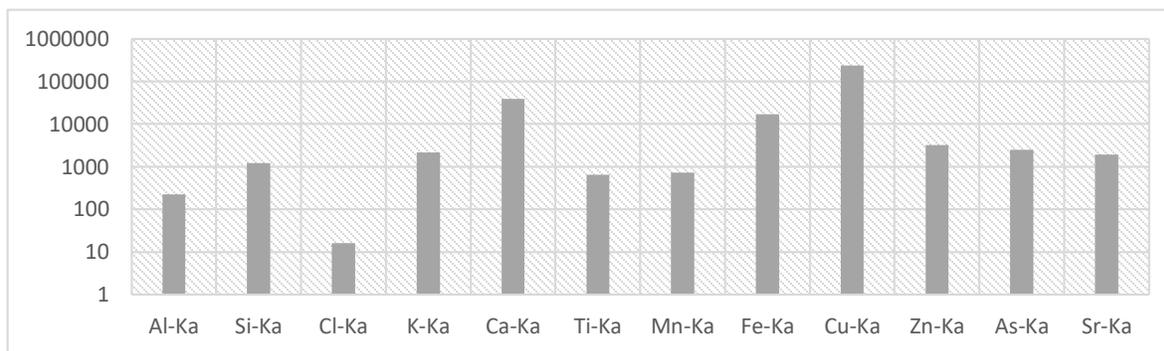
cristalinas de mayor tamaño, pero también es posible diferenciar restos de lo que podría ser pigmento rojo, cuya textura pareciera la de una tierra roja (Figura 76.1 y 76.2). ¿Nos habla la presencia de estos gránulos rojos de una posible mezcla para ciertos verdes de Xalla? Esta cuestión podría ser resuelta contando con muestras de verdes aplicadas sobre algún tipo de soporte, como ocurre en el caso de P20A3.

Las imágenes LM de P20A3 permiten observar la variedad de matices de verde presente en la capa pictórica, con partículas de verde esmeralda intenso insertas en una matriz verde turquesa. Es posible observar también partículas rojizas, de color café y áreas con tonos ocres en la parte inferior derecha de la Figura 76.3, elementos que darían características cromáticas específicas a esta variedad de verde. Todo el pigmento se aplicó sobre una capa de material blanco de aspecto y composición aparente similar al estuco. En la Figura 76.3 se observa en la sección medial de la muestra una franja de color azul turquesa que contrasta sobremanera con el resto de color presente en la mezcla. Esta franja parece tener una ligera curvatura y una anchura definida, pudiendo responder a un posible trazo pictórico, aunque debido al tamaño de la muestra esta posibilidad resulta muy complicada de aseverar.

Los resultados arrojados por XRF de la muestra P20A3 resultaron igual de sorprendentes que los de las muestras de verde extraídas de los núcleos de color. Dado que éstas habían sido caracterizadas como tierras verdes, se esperaba encontrar concordancia en la presente muestra; sin embargo, como es posible observar en el Gráfico 23, se captaron altos valores de cobre (Cu), siendo éste el elemento químico con mayor número de cuentas, siguiéndole el calcio, relacionado con el soporte de la capa pictórica y de hierro.

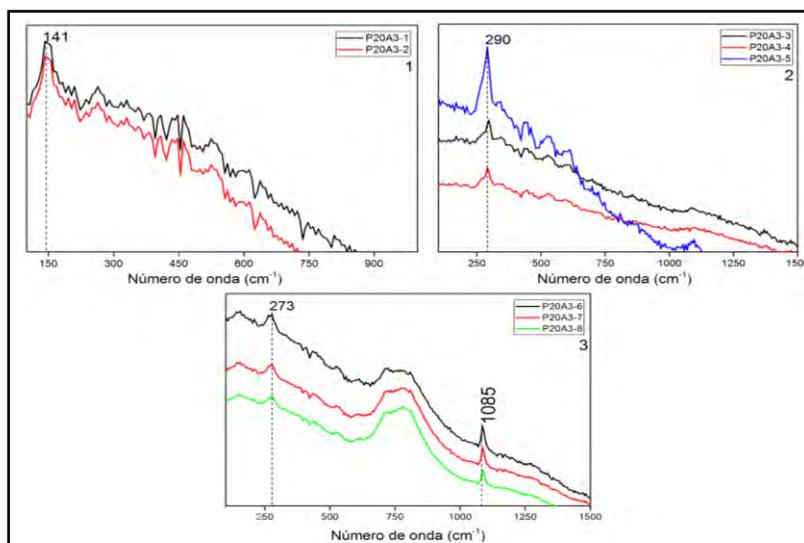
Destaca sobremanera la presencia de As, cuyos valores y la presencia de las bandas  $K_{\alpha}$  y  $K_{\beta}$  permiten pensar en la presencia de algún compuesto con este elemento químico en la muestra. Destacan igualmente los altos valores de Zn, relacionado con una posible contaminación moderna del sedimento de Teotihuacan, y de estroncio. Este último elemento, aunado a los valores de K, y Si, permiten pensar que P20A3 pudiera tener algún

compuesto de naturaleza terrosa, combinado con un verde de cobre como sería la malaquita.



**Gráfico 23.** Resultados XRF de la muestra P20A3. Valores promedio de tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Las pesquisas para identificar la materia primas o las materias primas generadoras del color verde en la presente muestra continuó con su análisis mediante espectroscopía Raman. La muestra fue analizada a partir de ocho puntos de análisis cuyos espectros se presentan en la Figura 77. El primero de los espectros (1) muestra la banda en  $141\text{cm}^{-1}$ , el cual correspondería a una tierra verde<sup>24</sup>, ya que aunque el análisis solo captó una banda, ésta es la de mayor intensidad y por tanto permite realizar la caracterización de tierra verde.



**Figura 77.** Espectrogramas Raman de P20A3. (1) Tierra verde, (2) ¿Posible banda de hematita?, (3) calcita.

El segundo espectro (2) genera más dudas, puesto que como se observa en la Figura 62, aparece una banda intensa en  $290\text{cm}^{-1}$ , correspondiente a la banda de mayor intensidad

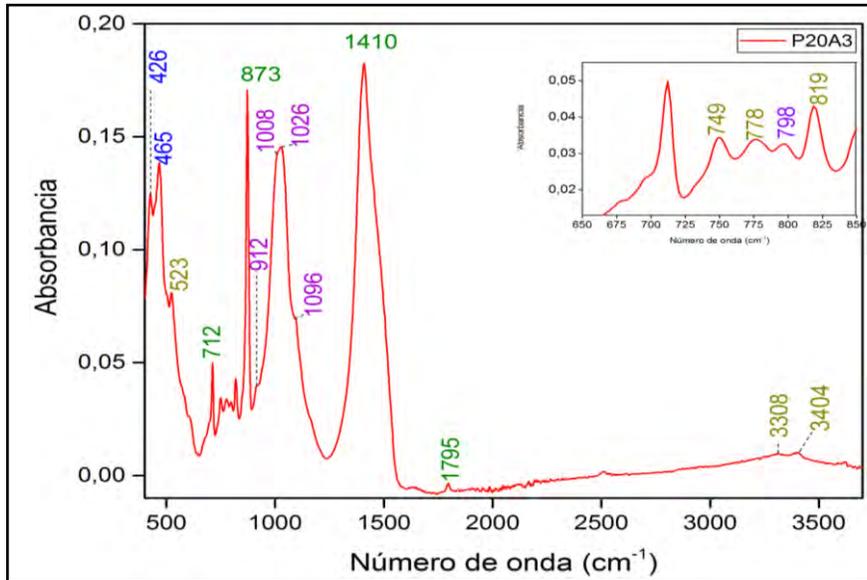
<sup>24</sup> Referencia tomada de la web <http://www.chem.ucl.ac.uk/resources/raman/index.html> (28-04-2017)

de la hematita. En este caso, no es posible aseverar que pertenezca a este compuesto de hierro, ya que la hematita presenta bandas de intensidad fuerte y media en  $224\text{ cm}^{-1}$ ,  $408\text{ cm}^{-1}$  y  $612\text{ cm}^{-1}$  (Figura 77).

Dicho lo anterior, y entrando en un terreno hipotético, la identificación de esta banda quizás pudiera responder a la presencia de algún óxido de hierro en la muestra de verde P20A3, ya que la combinación de verde de malaquita junto con ocre es una mezcla identificada por Diana Magaloni en la pintura mural de Tetitla para generar un verde seco u olivo (Magaloni Kerpel, 1996:210). Por último, el último espectro Raman (3) corresponde a un punto de análisis donde no se preservaba prácticamente resto de color, por lo que la señal captada por el equipo Raman es la de calcita, correspondiente al soporte sobre el que se extendió la capa pictórica (Figura 77). Ahora bien, para este verde se ha identificado tierra verde y una posible presencia de óxido de hierro, pero ¿a qué compuesto mineral corresponden los valores de Cu y As identificados en XRF?

La respuesta a la interrogante planteada en el párrafo anterior viene dada por el espectro FTIR-ATR de P20A3 (Figura 78). En el espectro generado se ha podido identificar malaquita ( $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ) a partir de las bandas  $523\text{ cm}^{-1}$ ,  $749\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$ ,  $819\text{ cm}^{-1}$ ,  $3308\text{ cm}^{-1}$  y  $3404\text{ cm}^{-1}$  (Chukanov, 2014:186).

Además de este compuesto hidratado de cobre, se identificó conicalcita ( $\text{CaCu}^{2+}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$ ) con las bandas  $426\text{ cm}^{-1}$  y  $465\text{ cm}^{-1}$ , un mineral perteneciente al grupo de los arseniatos y poseedor de un verde de gran intensidad y del que no se tiene reporte en Teotihuacan hasta el momento (Chukanov, 2014:1595). Junto a estos dos compuestos se identificaron bandas de caolinita, silicato arcilloso posiblemente empleado para dotar de una matriz al polvo de malaquita y conicalcita, y de calcita, compuesto de cal que podría responder bien a generar la matriz que amalgame el polvo verde de malaquita junto a la caolinita o al soporte pictórico.



**Figura 78.** Espectrograma FTIR-ATR de P20A3. En azul: conicalcita, en dorado: malaquita, en verde calcita y en violeta: caolinita. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Con todo, la muestra P20A3 ha mostrado tener una rica variedad de materias primas en su composición para generar el tono verde deseado por los trabajadores del color de Xalla, con una combinación de malaquita, conicalcita, tierra verde y quizás algún óxido de hierro para generar el croma deseado. Lo anterior podría haber sido amalgamado con un silicato arcilloso como la caolinita, todo ello se dispuso sobre un soporte realizado a base de calcita, que bien podría corresponder a estuco dado que este era la composición empleada en la pintura mural teotihuacana.

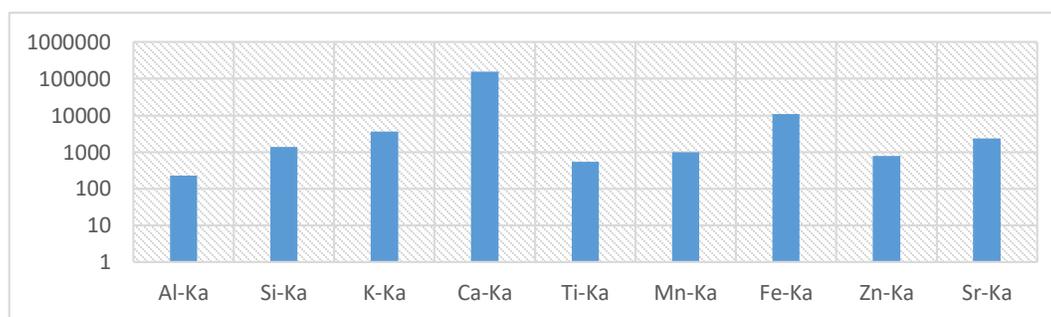
Blanco: el último de los colores muestreado en la miscelánea de Xalla es el blanco, cuya correspondiente muestra (P18A) fue extraída de un instrumento lítico paralelepípedo (53952). Éste es similar en cuanto a su morfología y a la materia prima en la que se elaboró al machacador paralelepípedo (80927) del que se extrajeron muestras de color rojo y amarillo (IL4A1, IL4A2, IL4A3).



**Figura 79.** Imagen LM de P18A. 250X. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

La fotografía tomada durante la revisión con LM permite observar la fina granulometría que posee el material, además de su composición homogénea puesto que los gránulos color blanco que se observan en la Figura 79 no parecen poseer ningún tipo de material o elemento agregado. El material blanco aparece asociado con partículas cristalinas que podrían ser parte de la composición, ya que el instrumento lítico del que se extrajo la muestra no presentaba restos de sedimento.

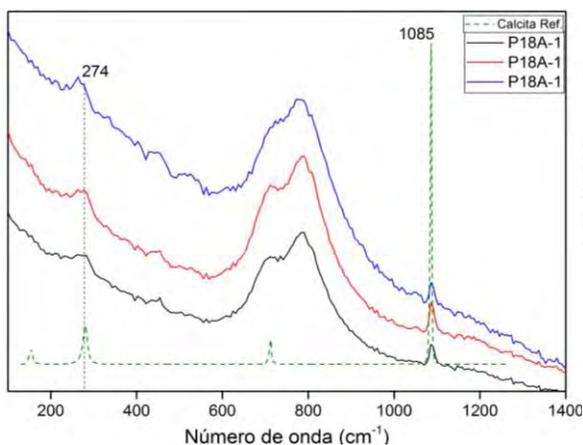
El análisis de la química elemental de la muestra realizado mediante XRF identifica al Ca como elemento químico con mayor número de conteos en los tres puntos de análisis realizados, seguido de Fe, Sr, y K (Gráfico 24). Estos elementos permiten pensar en la presencia de algún compuesto de calcio en P18A.



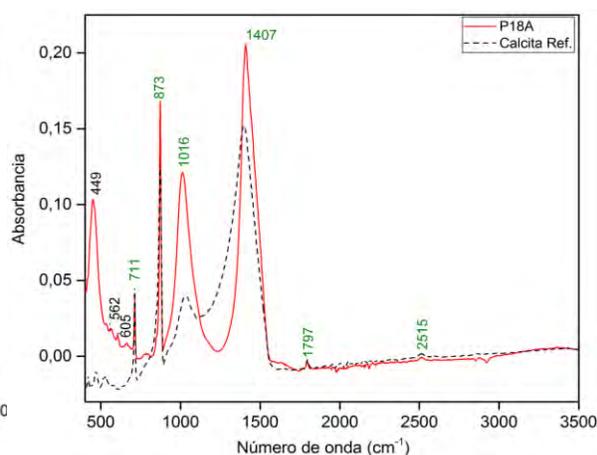
**Gráfico 24.** Resultados XRF de P18A. Valores promedio de los tres puntos de análisis. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

El resto de elementos identificados mediante esta técnica podrían estar relacionados al instrumento lítico por lo que responderían a una contaminación generada durante la extracción de la muestra. En el caso del K, junto con Si y Al, podría responder a algún tipo de silicato arcilloso, inferencia que se realiza a partir de los resultados XRF observados en el resto de muestras analizadas.

Los resultados generados por las técnicas de espectroscopia vibracional clarifican el compuesto principal presente en P18A. A partir del espectro Raman de P18A (Figura 80) se ha caracterizado calcita a partir de la identificación de con un espectro de referencia (Lafuente et al., 2015), presentando la banda de mayor intensidad de la calcita en  $1085\text{ cm}^{-1}$ , además de otra de menor intensidad y menos definida en  $274\text{ cm}^{-1}$ .



**Figura 80.** Espectrograma Raman de P18A. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.



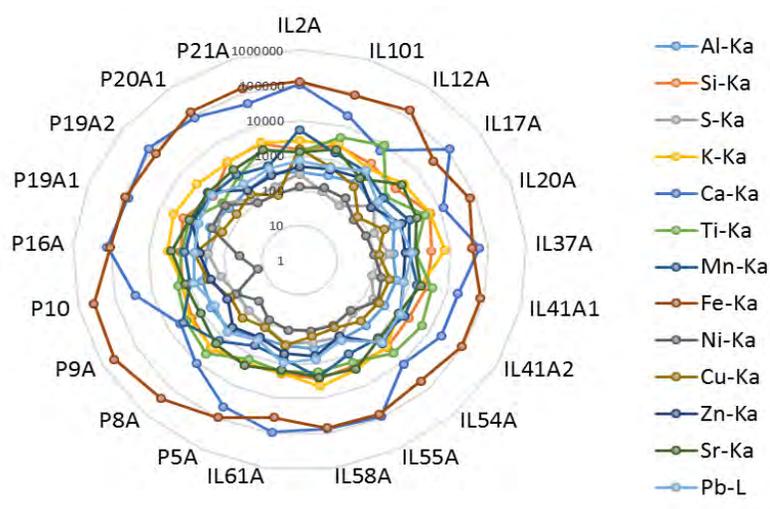
**Figura 81.** Espectrograma FTIR-ATR de P18A. En verde: Calcita, en negro: posible silicato. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

Por su parte, el espectro FTIR-ATR de P18A (Figura 81) corrobora la caracterización de calcita realizada con Raman, presentando todas las bandas que permiten identificar a este compuesto de calcio (Chukanov, 2014:131). Las bandas que presenta el espectro en  $449\text{ cm}^{-1}$ ,  $562\text{ cm}^{-1}$  y  $605\text{ cm}^{-1}$  no ha sido posible asignarlas a ningún compuesto específico, sin embargo, dado el rango del espectro en el que aparece la banda de mayor intensidad,  $449\text{ cm}^{-1}$ , es factible pensar que pudiera responder a algún tipo de silicato como podría ser la sepiolita,  $\text{Mg}_4(\text{Si}_6\text{O}_{15})(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , un silicato hidratado de magnesio que posee una banda de intensidad fuerte en  $440\text{ cm}^{-1}$  (Chukanov, 2014:516).

### viii. Los colores de Xalla. Compendio de los resultados

El último apartado del presente capítulo tiene por objetivo recopilar la información generada por las técnicas arqueométricas aplicadas a los pigmentos de Xalla y realizar una agrupación a partir de los grupos de color. Para la tarea de agrupar las muestras por color y su posterior procesamiento, se han escogido aquellas técnicas cuyos resultados permitan observar diferencias entre los grupos de color y aquellas con el mayor número de muestras analizadas, XRF y FTIR-ATR. Esta agrupación por colores, aun siendo sesgada al no utilizar la totalidad de muestras analizadas, permite identificar entre los grupos de color diferentes tipologías de pigmentos a partir de la composición de éstos, permitiendo indagar con mayor profundidad en el repertorio cromático de los trabajadores del color de Xalla.

**ROJOS.** El grupo de los rojos analizados está conformado por 26 muestras las cuales presentan diferencias en cuanto al matiz de rojo y a la heterogeneidad/homogeneidad de su composición. A partir del trabajo de clasificación cromática siguiendo el sistema Munsell se han definido cuatro matices de rojo, rojo muy oscuro *10R 3/6 dark red*, rojo oscuro *10R 4/6 red*, rojo algo más claro y vivo *10R 5/6 red* y un rojo de matiz amarillento *2.5YR 4/8 red*, (Tabla 17).



**Gráfico 25.** Relación elemento químico / muestra de los rojos de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

Los resultados arrojados por XRF muestran homogeneidad en los elementos químicos identificados a partir de los espectros y de las tablas generados. El Gráfico 25 refleja el comportamiento de las muestras, graficadas en líneas, en función de los elementos químicos identificados en el grupo de los rojos.

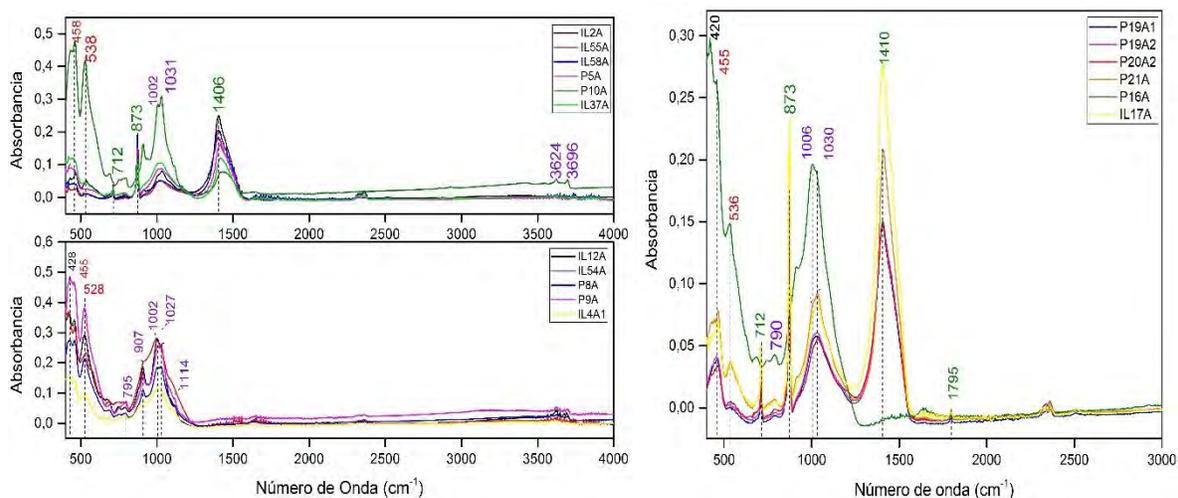
La práctica totalidad de las muestras rojas muestran un comportamiento similar para los valores de Fe, y para elementos minoritarios como Fe, Ti, K, Si o Mn, y solo tres de los 26 totales se salen del patrón general con valores representativos de plomo en su composición elemental (IL12A, IL41A2 e IL54A). La presencia de plomo en estas muestras se ha interpretado como traza del hierro lo que no permite diferenciar entre dos composiciones de rojos diferentes.

Muestra	Ca/fe
P9A	0.01
IL12A	0.04
P8A	0.04
P10	0.07
IL20A	0.18
IL54A	0.21
IL41A2	0.24
IL101	0.25
IL41A1	0.25
P21A	0.35
P5A	0.45
P20A1	0.64
P19A1	0.82
IL2A	0.83
IL58A	1.06
IL55A	1.18
P16A	1.21
IL37A	1.55
P19A2	1.79
IL61A	2.65
IL17A	3.52

**Tabla 17.** Relación Fe/Ca en los rojos de Xalla. En rojo valores con menor cantidad de Ca respecto Fe y en verde los que mayor Ca poseen en relación a Fe. Fuente: elaboración propia.

El elemento que mayor variabilidad posee de las muestras en relación al hierro es el calcio, con valores bajos en las muestras IL12A (pigmento rojo oscuro), IL20A (pigmento rojo intenso), P8A, P9A, P10A (materia prima) y altos valores en muestras de mayor claridad y asociadas a material blanco como IL17A, IL61A o P19A2 (Tabla 18). Los elementos que aparecen con mayor intensidad y recurrencia en todas las muestras permite concluir que los rojos de Xalla se habrían elaborado con tierras naturales y en algunos casos se le añadieron compuesto de calcio para generar rojos de tonos más claros.

Al respecto de la espectroscopía Raman todas las muestras analizadas se caracterizaron como hematita, siendo éste el principal mineral generador del croma en los rojos de Xalla. Con espectroscopía FTIR-ATR pudieron ser analizadas 17 muestras de las 26 totales. Los espectros generados a partir de la agrupación por colores permiten diferenciar dos grupos en los rojos a partir de las bandas identificadas (Figura 82)<sup>25</sup>. Como se observa en la Figura 66 el que se llamará grupo Rojo 1 –espectro superior izquierda- presenta bandas características de calcita en 712  $\text{cm}^{-1}$ , 873  $\text{cm}^{-1}$ , 1031  $\text{cm}^{-1}$  y 1795  $\text{cm}^{-1}$ , así como de hematita en 455-458  $\text{cm}^{-1}$  y 536-538  $\text{cm}^{-1}$  y de un silicato arcilloso, muy posible caolinita, en 790  $\text{cm}^{-1}$ , 1002-1006  $\text{cm}^{-1}$  y 1030-1031  $\text{cm}^{-1}$ .



**Figura 82.** Resultados FTIR-ATR de los rojos de Xalla. En rojo, hematita, en verde, calcita, en violeta, caolinita. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

<sup>25</sup> Por problemas de configuración del equipo de análisis, las muestras del espectrograma situado a la derecha, tomadas y analizadas con posterioridad, no pudieron ser trabajadas junto con aquellas que conforman el grupo Rojo 1.

El grupo Rojo 2 –espectro inferior- muestra bandas de hematita, además de bandas que pueden asociarse a caolinita siendo la diferencia con el grupo Rojo 1 la ausencia de bandas de calcita. Las muestras del espectro situado a la derecha presentan las combinaciones de materiales señaladas con anterioridad, correspondiendo las muestras IL17A, P19A1, P19A2, P20A2, P21A al grupo Rojo 1, puesto que presentan señales correspondientes a tierras rojas naturales junto con calcita. Por su parte, la muestra P16A correspondería al grupo Rojo 2, sin embargo, la presencia de calcita fue confirmada con XRD.

La presencia de calcita en las muestras analizadas con XRF y FTIR-ATR se asocia al soporte pictórico sobre los que se extendió el color (IL2A, IL17A, IL58A, P5A, P19A1, P19A2, P20A1, P21), a la intención de rebajar el tono del rojo de ciertas muestras o a la posible elaboración de rosa oscuro (IL37A, IL55A, P10A). En los casos donde el pigmento rojo se encontraba aislado (IL4A1, IL12A, IL54A, P16A) o como núcleo de color (P8A, P9A) se identifican tierras naturales compuestas principalmente por óxidos de hierro, hematita en todos los casos, y silicatos arcillosos como caolinita o montmorillonita.

En cuanto a la presencia de Pb en tres de las muestras se interpreta como trazas del Fe, lo que nos daría pistas para situar la posible procedencia de las materias primas. La presencia de este elemento químico en los rojos junto con la presencia constante de Cu, permiten lanzar la hipótesis de que ciertas tierras naturales procedieran de los enclaves teotihuacanos situados en el Occidente mesoamericano, donde el Cu, el Sr, el Pb se encuentran presentes en abundancia en los yacimientos mineros del cinturón de cobre de Michoacán (M. T. Doménech Carbó et al., 2012).

Para finalizar incluyendo ya los resultados de XRD y SEM-EDX se incluye dentro de la composición de los rojos de Xalla a la Ilmenita (IL64A3) como mineral empleado por los trabajadores del color de Xalla para generar pigmentos rojos. Como materiales ajenos al cromatismo rojo el XRD identificó minerales silíceos como cuarzo, cristobalita y tridimita para la muestra IL12A. Su presencia en los pigmentos de Xalla podría responder a dos motivos, bien a que se asocian a la composición de las tierras naturales en el caso de los rojos o bien que hubieran sido agregados de manera intencional por los trabajadores de Xalla, para dotar de brillo a los pigmentos.

Así pues, los resultados observados para los rojos de Xalla muestran la preponderancia en el empleo de las tierras naturales, abundantes y de fácil acceso en el Valle de Teotihuacan y el Centro de México, sobre compuestos a base de minerales puros como la hematita mezclados con calcita y con la presencia de un pigmento rojo a base de ilmenita (Tabla 18).

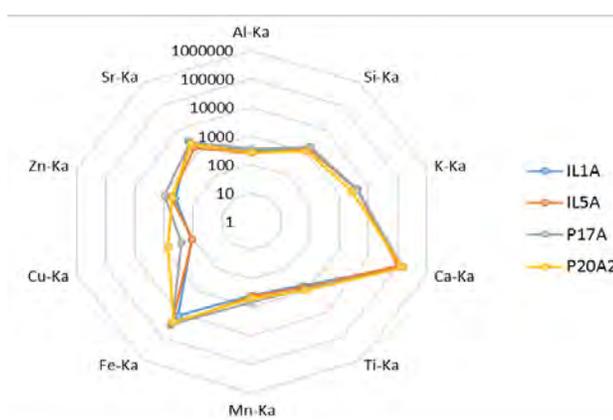
Grupo	MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	MATERIALES IDENTIFICADOS
	IL2A	10R 3/6 dark red	Laja	Hematita + Calcita
	IL17A	10R 3/6 dark red	Miscelánea (Reborde curvo de estuco)	Tierra roja, posiblemente Goethita (FeOOH), Calcita
	IL28A	2.5YR 4/8 red	Miscelánea (Informe)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Calcita
	IL37A	10R 3/6 dark red	Pulidor	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Calcita
	IL53A	10R 5/6 red	Metate	Hematita + Calcita
	IL55A	10R 5/6 red	Laja	Hematita + Calcita
	IL58A	10R 4/6 red	Laja	Hematita + Calcita
	IL65A	10R 5/8 red	Metlapil	Hematita + Calcita
	P5A	10R 4/6 red	Miscelánea (Estuco con pigmento rojo)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Calcita magnesiana, carbonato de calcio, cuarzo, óxido de calcio (CaO <sub>2</sub> )
	P10A	10R 3/6 dark red	Núcleo color	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + carbonato de calcio
	P16A	10R 5/8 red	Metlapil	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + calcita
	P19A1	10R 3/6 dark red	Miscelánea (Aplanado de estuco)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Calcita
	P19A2	10R 3/6 dark red	Miscelánea (Aplanado de estuco)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Calcita
	P20A1	10R 4/6 red	Miscelánea (Almena)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) sobre soporte de calcita
	P21A	10R 4/6 red	Miscelánea (espiga almena)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), calcita
Rojo 2				
	IL4A1	10R3/6 dark red	Machacador	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita)
	IL10A1	10R 3/6 dark red	Alisador	Hematita
	IL12A	10R 4/6 red	Alisador	Tierra roja, minerales de cuarzo (SiO <sub>2</sub> , cristobalita, tridimita)
	IL20A	10R 3/6 dark red	Laja	Hematita
	IL22A	10R 4/6 red	Alisador	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita),

	IL54A	10R3/6 dark red	Percutor	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita)
	IL61A	10R 4/6 red	Laja	óxido de hierro
	P8A	10R 3/6 dark red	Núcleo color	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita)
	P9A	10R 3/6 dark red	Núcleo color	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita), Cuarzo
Otro	IL41A2	10R 5/6 red	Metate	-
	IL64A3	10R 5/8 red	Metlapil	Ilmenita

**Tabla 18.** Materiales identificados en los rojos de Xalla.

*ROSAS.* El grupo de los rosas lo conforma cuatro muestras de rosa que presentan leves variaciones tonales. Se han podido diferenciar tres variedades de rosa, el rosa *10R 8/4 pink*, el de mayor claridad de todos, un rosa oscuro de mayor intensidad, *2.5YR 7/6 light red*, y un rosa a mitad camino entre los dos anteriores, *10R 7/8 light red* (Tabla 19).

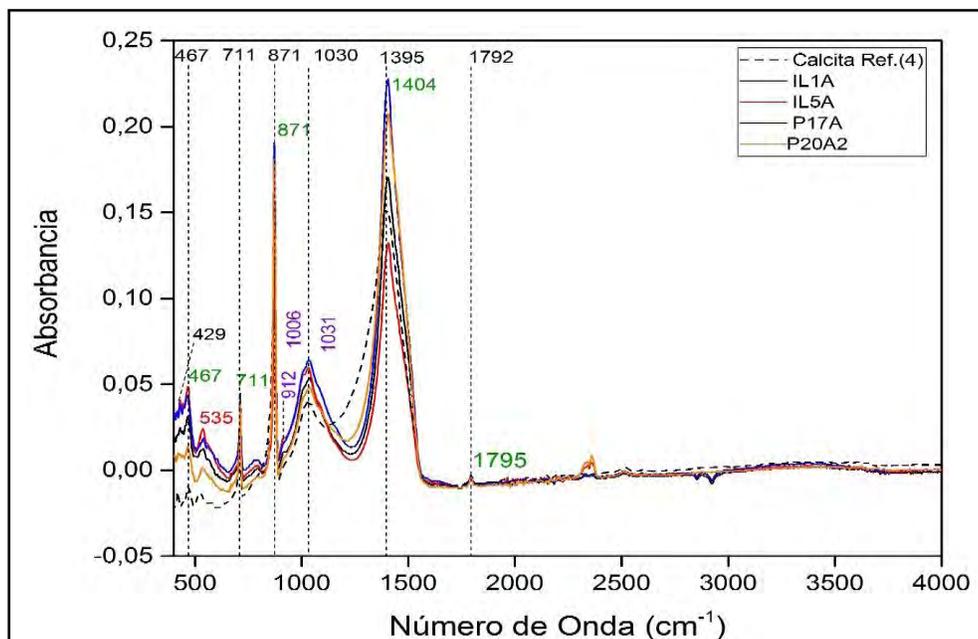
Los resultados de XRF son similares en las cuatro muestras, mostrando un predominio de conteos de Ca, seguido de Fe, K, Sr y Si, además de otros como Al, Ti, Mn o Cu, cuyos conteos se sitúan con valores inferiores. Como se observa en el Gráfico 26 las muestras se comportan de manera similar para todos los elementos identificados, a excepción del Cu presente con valores muy bajos que hacen interpretarlo como impureza, al igual que para los pigmentos rojos.



**Gráfico 26.** Relación muestra/elemento químico de los rosas de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

De las cuatro muestras, de tres de ellas se consiguieron espectros Raman óptimos, identificando bandas de hematita en 290 cm<sup>-1</sup>, 406 cm<sup>-1</sup> y 612 cm<sup>-1</sup> y de calcita en 1085 cm<sup>-1</sup>. Estos resultados confirman los observados de manera preliminar en XRF. La espectroscopía FTIR se aplicó a las cuatro muestras, confirmando los resultados obtenidos en las técnicas anteriores, pero aportando la caracterización de un nuevo componente en los rosas, la

caolinita, confirmando la preponderancia de los compuestos de naturaleza terrosa para generar los rosas (Figura 83).



**Figura 83.** Espectrogramas FTIR-ATR de los rosas junto a referencia de calcita. En morado picos asociados a caolinita, en rojo a hematita y en verde a calcita.

En el grupo de los rosas, la complementariedad de las técnicas utilizadas ha permitido caracterizar los rosas de Xalla como una mezcla de tierras rojas con calcita, cuya variación entre estos dos componentes permitió generar matices de mayor o menor claridad. Los análisis mediante XRD permitieron identificar de nuevo cuarzo en la composición de uno de los rosas, volviendo a generar la cuestión de si se trataría de un elemento agregado de manera intencional o si forma parte de la composición de las tierras naturales (Tabla 19).

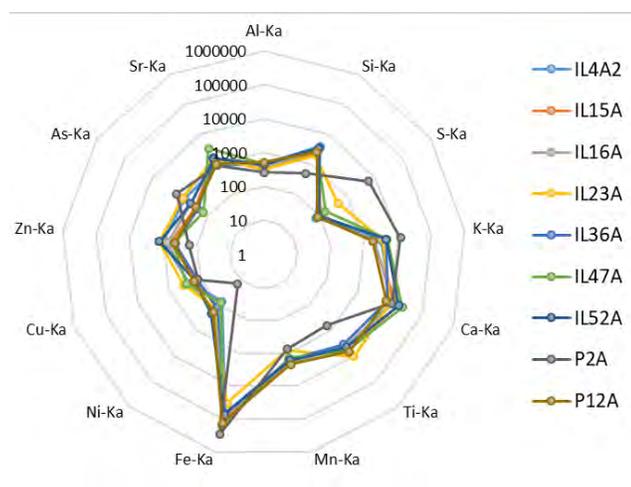
MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	MATERIALES IDENTIFICADOS
IL1A	10R 8/4 pink	Laja	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + Calcita, Cuarzo, maghemita
IL5A	2.5YR 7/6 light red	Alisador	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + Calcita
P17A	10R 7/8 light red	Lítica pulida (Mano de mortero?)	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + Calcita
P20A2	10R 7/8 light red	Almena	Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Caolinita) + Calcita

**Tabla 19.** Materiales identificados en los rosas de Xalla.

**AMARILLOS.** El grupo de los amarillos ha resultado el grupo de color que mayor complejidad y dificultad ha presentado a la hora de caracterizar el material que generaba la coloración amarilla en las muestras. Los amarillos se conforman de un total de 15 muestras entre las

que se ha podido diferenciar siguiendo el sistema Munsell seis tonos de amarillo: (1) pardo amarillento, *10YR 5/8 yellowish Brown*, (2) amarillo-pardo algo de mayor claridad, *10YR 6/8 brownish yellow*, (3) un amarillo de matiz rojizo claro, *10YR 7/8 yellow*, (4) un amarillo rojizo, *7.5YR 7/8 reddish yellow*, (5) un amarillo rojizo oscuro, *5YR 5/8 yellowish red* y (6) un amarillo claro luminoso, *2.5Y 8/8 yellow* (Tabla 20).

Las interpretaciones de los resultados de XRF permiten agrupar los amarillos en dos grupos, en función de los elementos que aparecen en los resultados. El grupo Amarillo 1 corresponde a una muestra únicamente, que presenta valores altos de Fe, K, Ca, S y As. Por su parte el grupo Amarillo 2 (9) se caracteriza por la aparición de Fe, Ca, Ti, Si y Sr, siendo éstos elementos característicos de los ocres amarillos (Gráfico 27).



**Gráfico 27.** Relación muestra/elemento químico de los amarillos de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF.

La muestra del grupo Amarillo 1 fue caracterizada mediante espectroscopía Raman, y espectroscopía FTIR-ATR como jarosita. Del grupo Amarillo 2, dos muestras de diez resultaron en espectros Raman satisfactorios, presentando ambas bandas características de hematita en  $290-291\text{ cm}^{-1}$ ,  $408-415\text{ cm}^{-1}$ ,  $610-612\text{ cm}^{-1}$  y cuya interpretación ya se realizado a lo largo del capítulo. Los resultados de este grupo en FTIR-ATR ha permitido confirmar la naturaleza terrosa de estos amarillos, con bandas asociadas a caolinita y aparentemente a goethita (Figura 84) (Tabla 20).

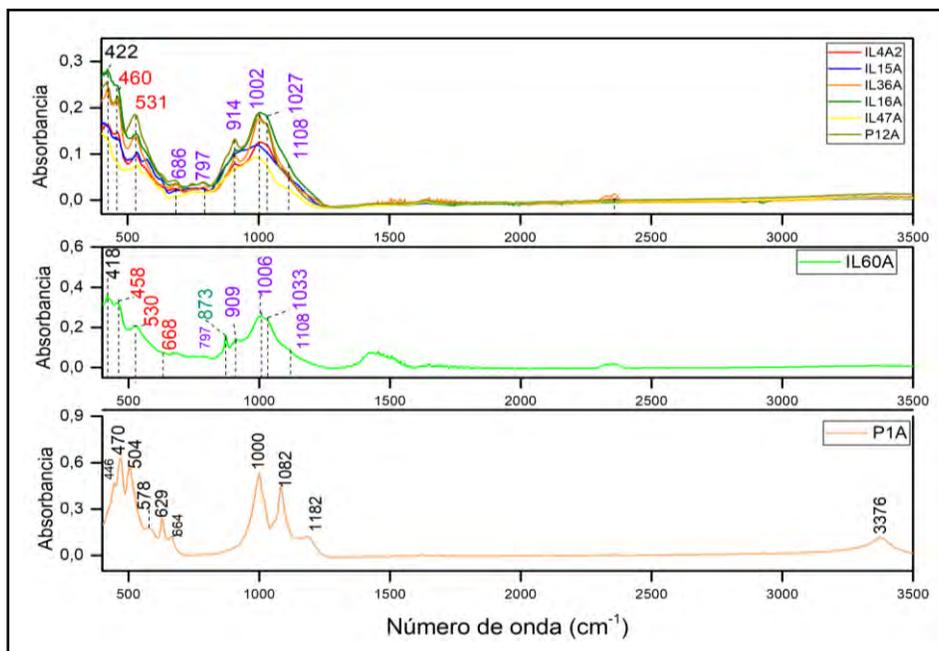


Figura 84. Espectrogramas FTIR-ATR de los amarillos de Xalla. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

La combinación de las técnicas arqueométricas empleadas en la presente tesis de maestría ha permitido identificar tres tipos de amarillos con base en su composición principal; por un lado, está el Amarillo 1 elaborado con jarosita, el Amarillo 2, elaborado a base de ocre a los que se les añadió calcita en algunos casos para dotar de mayor claridad al pigmento y un Amarillo 3 conformado a partir de Ilmenita e identificado mediante SEM-EDX. A pesar de esta somera caracterización de los amarillos y a partir de lo experimentado en la presente investigación, se precisa de mayor cantidad de análisis y más precisos para profundizar en la composición de los amarillos de Xalla.

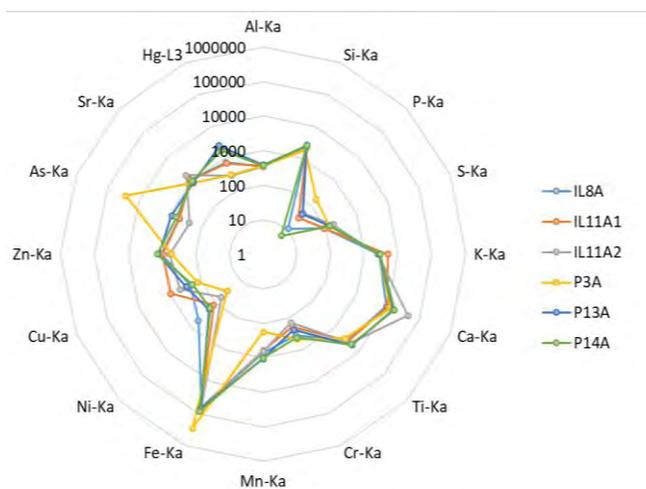
GRUPO	MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	MATERIALES IDENTIFICADOS
Amarillo 1	IL19A	10YR 7/8 yellow	Alisador	Jarosita
	IL66A1	10YR 6/8 brownish yellow	Alisador	Jarosita
	P1A	2.5Y 8/8 yellow	<i>Chama echinata</i>	Jarosita, Carbonato de Calcio, stishovita, óxido de calcio, Wustita, olivino
	P2A	2.5Y 8/8 yellow	<i>Spondylus princeps</i>	Jarosita
Amarillo 2	IL4A2	10YR 5/8 yellowish brown	Machacador	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + caolinita), albita cálcica, anortita

	IL15A	10YR 7/8 yellow	Alisador	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + caolinita)
	IL16A	10YR 7/8 yellow	Alisador	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + caolinita)
	IL23A	10YR 6/8 brownish yellow	Machacador	óxido de hierro, albita cálcica
	IL36A	10YR 5/8 yellowish brown	Alisador	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + caolinita) + cristobalita + mica
	IL44A	10YR 6/8 brownish yellow	Metate	Óxidos de hierro + compuesto de calcio
	IL47A	10YR 7/8 yellow,	Lítica pulida	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + arcilla)
	IL52A	10YR 7/8 yellow	Pulidor	Calcita, magnetita
	IL60A	10YR 6/8 brownish yellow	Lajas	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + caolinita)+ Carbonato de calcio
	P12A	7.5YR 7/8 reddish yellow	Mano de mortero	Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + arcilla) + mica (variedad margarita)
<b>Amarillo 3</b>	IL43A	5YR 5/8 yellowish red	Metate	Ilmenita
<b>Otros</b>	IL52A	10YR 7/8 yellow	Pulidor	Calcita, magnetita
	IL66A2	10YR 6/8 brownish yellow	Alisador	-

**Tabla 20.** Materiales identificados en los amarillos de Xalla.

*NARANJAS.* El grupo de los naranjas está conformado por nueve muestras con notables diferencias en su color. Se han diferenciado hasta siete matices de naranja (5YR 6/8 reddish yellow, 10R 5/8 red, 10R 4/8 red, 2.5YR 6/8 light red, 7.5YR 6/8 reddish yellow/5YR 5/8 yellowish red, 5YR 7/8 reddish yellow), con una composición y consistencia diversa, convirtiéndolo de esta manera en el color de mayor heterogeneidad de los analizados en Xalla (Tabla 21).

Los análisis mediante XRF permiten formar tres grupos de naranjas a partir de los elementos identificados en las muestras. El grupo Naranja 1 (1) presenta valores altos de Fe, seguido de As, Ca, y Si (en color amarillo), el grupo Naranja 2 (2) tiene la particularidad de poseer valores representativos de Hg, siendo los mayores conteos los de Fe, seguido de Ca, Ti, K, Mn y Si. El



**Gráfico 28.** Relación muestra/elemento químico de los naranjas de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

grupo Naranja 3 (3) presenta valores altos de Fe y de Ca, seguido K, Si, Sr, Al y Mn, pudiendo corresponder a una mezcla de tierras naturales (Gráfico 28).

column	Al-Ka	Si-Ka	P-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	As-Ka	Sr-Ka	Hg-L3
IL8A	351	2659	11	92	2773	9072	3360	338	710	64057	513	214	1048	501	1135	746
IL11A1	361	2568	31	91	5024	10028	3604	184	615	67373	120	925	950	491	1135	694
IL11A2	345	2346	48	177	2492	44713	4411	141	651	60000	56	462	586	232	1715	296
P3A	359	1848	170	133	2847	11898	2757	468	177	288711	32	130	507	25909	841	312
P13A	390	2473	44	139	2742	14993	5222	235	1058	69058	186	289	1291	844	861	2507
P14A	366	2493	6	139	2975	16271	4864	412	1030	84255	163	189	1375	614	973	1796

**Tabla 22.** Tabla de los valores promedio de los naranjas de Xalla. En Amarillo, Naranja 1, en naranja, Naranja 2 y en azul, Naranja 3.

Respecto a los resultados obtenidos con espectroscopía Raman, éstos no han sido satisfactorios en lo relativo a la identificación de algún tipo de compuesto que contribuya a la coloración naranja de los pigmentos. A pesar de ello, en la muestra P3A se caracterizó fosfato de calcio para elaborar un blanco de aspecto similar al yeso por la compactación y lo fino de su grano, que ha sido caracterizado como blanco de hueso. Esta caracterización supone una novedad dentro de la gama de materiales utilizados para elaboración de color en Teotihuacan.

Hasta el momento este es el grupo que presenta mayores incógnitas, ya que ninguna de las técnicas de caracterización ha identificado algún compuesto mineral específico. Por lo

anterior, cuestiones como los altos valores de As en la muestra P3A o qué materiales conforman el color en las muestras no han podido ser resueltas. A partir de los resultados obtenidos es posible afirmar los naranjas de Xalla deben estar compuestos por óxidos de hierro presentes como tierras naturales (Naranja 1 y Naranja 3) o bien combinados con otros materiales como podría ser cinabrio en las muestras del Naranja 2 (Tabla 22).

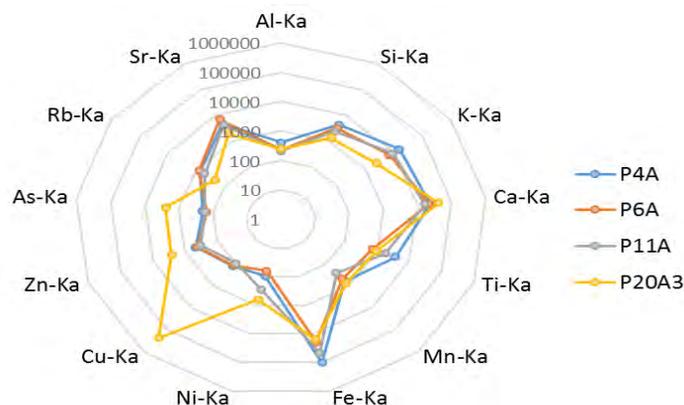
La diversidad en la granulometría y la composición vista en los naranjas permite plantear cuestiones acerca del soporte al que están destinados, ya que aquellos pigmentos arcillosos, cubrientes y elaborados con tierras naturales resultan óptimos para cubrir grandes superficies, además de ser típicos de la cerámica *pseudocloisonné*, cuya tradición es fuerte en el Occidente mesoamericano. Aquellos pigmentos de granulometría más fina (P12A y P13A) y con presencia de Hg podrían estar destinados a otro soporte que no fuera el arquitectónico, como puede ser la cerámica estucada o la pintura corporal, donde la aplicación de rojos y naranjas con cinabrio es común en Teotihuacan.

GRUPO	MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	MATERIALES IDENTIFICADOS
Naranja 1				
	P3A	7.5YR 6/8 reddish yellow/5YR yellowish red	Núcleo color	Óxidos de hierro-hematita, caolinita-montmorillonita, tierra verde, barita, arsenato de potasio y aluminio, óxido de silicio, fosfato de calcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )
Naranja 2				
	P13A	5YR 6/8 reddish yellow	Mano de mortero	Óxidos de hierro + cinabrio¿?
	P14A	5YR 7/8 reddish yellow	Metlapil	Óxidos de hierro + cinabrio¿?
Naranja 3				
	IL8A	5YR 6/8 reddish yellow	Instrumento	Óxidos de hierro
	IL11A1	10R 4/8 red	Alisador	Óxidos de hierro
	IL11A2	10R 4/8 red	Alisador	Óxidos de hierro
	IL42A1	10R 4/8 red	Metate	Óxidos de hierro
	IL64A1	10R 4/6 red	Metlapil	Óxidos de hierro + Hematita + Calcita
	IL64A2	2.5YR 6/8 light red	Metlapil	Óxidos de hierro + Hematita + Calcita

Tabla 21. Materiales identificados para los naranjas de Xalla.

VERDES. El grupo de los verdes está formado por cinco muestras en las cuales se ha diferenciado dos matices de este color. Por un lado, las muestras P4A, P6A, P11A y P20A3 poseen un verde turquesa pálido, *GLEY1 8/2 pale Green*, mientras que la muestra P7A posee un verde esmeralda cristalino de tono más intenso que el resto de muestras.

Los resultados que se han obtenido mediante XRF y SEM-EDX han permitido diferenciar dos tipos de pigmentos verdes en Xalla, el Verde 1 (P4A, P6A, P7A y P11A) cuyos principales valores son de Fe y Ca, seguido de K, Sr, Si, Zn, Cr, Mn y Al, lo que lleva a identificar a una

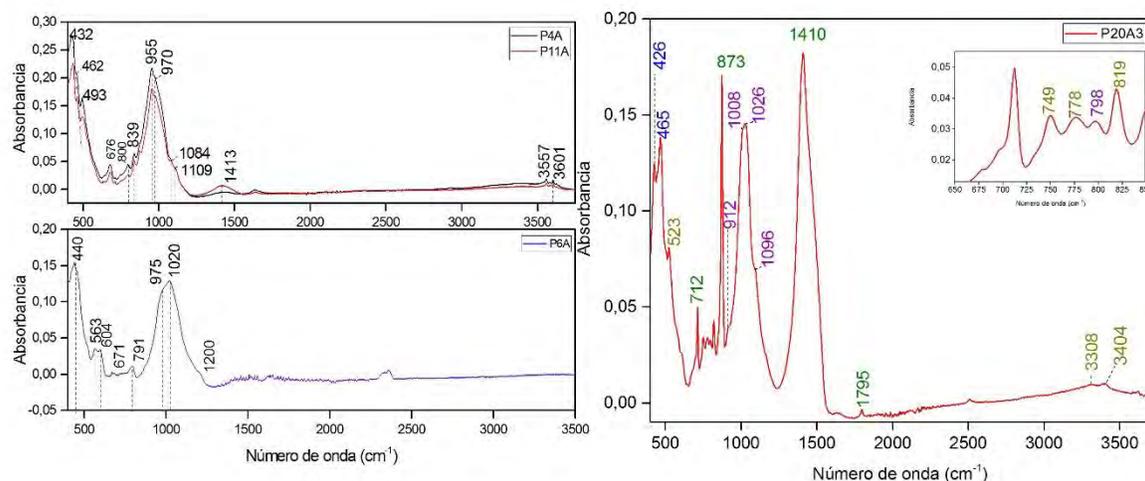


**Gráfico 29.** Relación muestra/elemento químico de los verdes de Xalla. Valores promedio de los tres puntos de análisis XRF por muestra. Fuente: elaboración propia, LANCIC-IF.

tierra verde mezclada con algún compuesto de calcio como

composición principal de estos pigmentos. Por otro lado, los análisis XRF de P20A3 muestran un comportamiento totalmente diferenciado a las muestras anteriores como se observa en el Gráfico 29, siendo una muestra de verde de cobre con compuestos de arsénico, hierro y calcio y conformando el grupo Verde 2.

La experimentación con Raman no dio buenos resultados a la hora de caracterizar el material generador del croma verde en las muestras, sin embargo, en una de las tres muestras (P6A), identificó cuarzo, con bandas en  $121\text{ cm}^{-1}$ ,  $203\text{ cm}^{-1}$  y  $464\text{ cm}^{-1}$ . Con Raman también fue posible identificar para la muestra P20A3 la presencia de tierra verde y quizás la presencia de algún óxido de hierro, cuya presencia en los verdes de Teotihuacan, concretamente en Tetitla, ya ha sido identificada para generar verdes secos (Magaloni, 1996a).



**Figura 85.** Resultados FTIR-ATR de los verdes de Xalla. Fuente: elaboración propia. LANCIC-IF

La identificación de los materiales con los que se elaboraron los verdes de Xalla se pudo realizar a partir de los análisis con FTIR-ATR, donde se identificó celadonita y glauconita en las muestras pertenecientes al Verde 1 y malaquita y conicalcita para el Verde 2. Lo anterior ejemplifica dos composiciones diferentes pero que ambas buscan el mismo tono de verde pastel (Figura 85). La combinación de las técnicas analíticas ha permitido adentrarse un poco más en la composición de estas interesantes muestras de verde. Los resultados de XRD han permitido identificar componentes agregados en estos verdes como la mica de la variedad muscovita, posiblemente empleada por los trabajadores del color de Xalla para, junto al cuarzo, generar brillos y reflejos en este tipo de pigmentos, cualidad por otro lado, característica de todos los pigmentos analizados en Xalla.

Con todo, en los verdes de Xalla encontramos tanto una mezcla de tierras verdes compuestas principalmente por compuestos dos minerales filosilicatos del grupo de las micas como son la celadonita y la glauconita, mezclado en algunos casos con calcita y mica, y en otros con cuarzo como una mezcla de compuestos minerales ejemplificada en el Verde 2, con una mezcla de malaquita, conicalcita y tierra verde (Tabla 23). La caracterización de estos materiales y la combinación de los mismos, supone una aportación de la presente investigación en el ámbito de la diversidad de materias primas empleada en el trabajo del color en Teotihuacan.

GRUPO	MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	MATERIALES IDENTIFICADOS
Verde 1	P4A	GLE Y1 8/2 pale green	Núcleo color	Tierra Verde (Celadonita), calcita magnesia, mica (muscovita)
	P6A	GLE Y1 8/2 pale green	Núcleo color	Tierra verde (Glaucionita) + Cuarzo
	P7A	GLE Y1 6/2 pale green	Tepalcate	Tierra Verde (Celadonita)
	P11A	GLE Y1 8/2 pale green	Núcleo color	Celadonita
Verde 2				
	P20A3	GLE Y1 8/2 pale green	Almena	Malaquita + conicalcita + Tierra verde(sobre soporte calcita)

**Tabla 23.** Materiales identificados en los verdes de Xalla.

Con todo, como resultado de la experimentación realizada y descrita en el capítulo, es posible sacar unas breves conclusiones al respecto de la naturaleza de los colores de Xalla.

Los datos obtenidos muestran un predominio de las tierras naturales (rojos, rosas, verdes, naranjas y amarillos), siendo en su mayoría colores de composiciones homogéneas, de consistencia arcillosa y por ser pigmentos de gran intensidad. Como se ha venido argumentando a largo del capítulo, todos los pigmentos poseen como cualidad común los brillos y reflejos que son generados por una diversidad de materiales agregados en pos de buscar esta característica. La presencia de cuarzos y mica en varias de las muestras respondería a esta búsqueda persistente de conseguir pigmentos altamente luminosos y brillantes.

Junto con esto, la presente investigación aporta la caracterización de nuevas materias primas utilizadas en la elaboración del color en Xalla, y por ende en Teotihuacan. Este es el caso del blanco de hueso, las tierras verdes y la conicalcita. Al mismo tiempo que se han caracterizado nuevos materiales, se han abierto un buen número de cuestiones que será preciso abordar en investigaciones futuras tales como la posible presencia de aglutinantes orgánicos, la preponderancia de pigmentos elaborados a base de tierras naturales, el origen local o foráneo de las materias primas identificadas o el porqué de la experimentación con óxidos de hierro en pos de lograr nuevos tonos de colores cálidos. Algunas de estas cuestiones se abordarán de manera hipotética en el apartado de conclusión de la presente

investigación, mientras que otras deberán aguardar a que se realicen investigaciones de mayor profundidad en el ámbito del color en Teotihuacan.

## CAPÍTULO V. INFERENCIAS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y USO DEL COLOR EN XALLA

La metodología de experimentación arqueométrica ha permitido identificar a los pigmentos derivados de tierras naturales como los de mayor abundancia en los materiales analizados. Los pigmentos son homogéneos en su mayoría en cuanto a composición, y muestran un patrón compartido en lo referente a la búsqueda de cualidades lumínicas como el brillo<sup>26</sup>. Aunque las composiciones homogéneas son las que predominan en colores como el rojo y el amarillo, en muestras verdes, naranjas y rosas se ha caracterizado una mayor heterogeneidad, evidenciando mezclas de materiales para obtener matices determinados y propiedades concretas como el brillo o la consistencia.

Una vez obtenidas respuestas sobre los materiales utilizados para la elaboración de materias colorantes por los trabajadores del color de Xalla, es momento de abordar el problema que se plantea en una de las hipótesis de partida de la presente tesis de maestría, ¿a qué actividad productiva se relacionan las evidencias de manufactura y uso de color en este complejo palaciego teotihuacano?

La respuesta a la cuestión formulada en el párrafo anterior deriva en otra pregunta de obligado planteamiento, ¿qué indicadores arqueológicos de producción y uso de color están representados en contextos de temporalidad Tlamimilolpa Tardío-Xolalpan (250-550 d.C.) de Xalla? Estos indicadores están representados por materias primas derivadas de un proceso de elaboración previo (no se consideran materias primas en bruto), productos semi-elaborados, productos elaborados listos para su posterior uso, instrumentos líticos que participan en la producción y uso de los pigmentos y, por último, objetos y restos de arquitectura y de escultura donde el color elaborado fue aplicado para embellecer y engalanar este complejo palaciego. Otro indicador arqueológico de suma importancia es el contexto en el que se ubica el proceso productivo investigado, en este caso un complejo arquitectónico de tipo palaciego ubicado en pleno corazón de Teotihuacan.

---

<sup>26</sup> Como se hizo referencia en el capítulo IV, los minerales utilizados para generar brillos en Xalla son polimorfos del cuarzo como stishovita, cuarzo y mica.

Ahora bien, hay una serie de indicadores arqueológicos ausentes que delimitan los límites de la presente investigación. Ejemplos de ello son: la no presencia de instalaciones fijas o espacios donde se estuviera llevando a cabo alguna fase concreta de la producción, la ausencia de áreas claras de desechos derivados del proceso productivo y áreas de descartes del mismo, delimitan sobremanera las interpretaciones. Junto a estas delimitaciones, en la interpretación de los objetos arqueológicos y de los análisis físico-químicos realizados a las muestras de color se ha tenido en cuenta el citado sesgo informativo, derivado del hecho de que tan sólo un tercio de Xalla ha sido excavado hasta el momento y de que no se ha investigado la totalidad de artefactos vinculados a la elaboración y uso de color recuperados. Todo lo anterior limita sobremanera cualquier intento de análisis espacial de los artefactos.

Con todo, una vez descritas las presencias y ausencias en cuanto a indicadores de producción en Xalla, queda realizar las inferencias derivadas del análisis de los artefactos y de los análisis físico-químicos a partir del modelo metodológico de Cathy Costin (i.e. 1991, 2001, 2005, 2008) y desde la perspectiva del producto (Hirth, 2011), es decir, desde la perspectiva del color.

### *Productores*

Abordar planteamientos acerca de los productores, es decir, de las personas que integran el grupo de trabajo del color plasmado en Xalla, resulta una tarea que no es posible afrontar. El hecho de no contar hasta el momento con enterramientos o áreas domésticas limita la investigación de aspectos relativos a la identidad de estos especialistas, tales como el género, estatus social, la etnia, la intensidad del trabajo, si residían al interior del complejo palaciego o el tipo de compensación que pudieran recibir por la realización de su trabajo, entre otros. La ausencia de un área fija de elaboración del color en Xalla no permite realizar inferencias acerca de la exclusividad o no de alguno de los procesos productivos que se manifiestan en Xalla o de la diversificación de tareas.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones descritas en el párrafo anterior, el grado de especialización del grupo de trabajo bajo estudio es posible abordarlo a partir de los análisis arqueométricos realizados sobre las muestras de color. La elaboración de pigmentos de

granulometría fina, la variedad tonal presente en los colores cálidos como el rojo, el rosa, el amarillo y el naranja, las mezclas de componentes observadas en rosas, ciertos amarillos y algunos naranjas, permite situar los pigmentos analizados, al menos, en la segunda fase técnica de la pintura mural teotihuacana (Tlamimilolpa, 200-300 d.C.) planteada por Diana Magaloni (Magaloni Kerpel, 1996a, 1998). Éste es un momento en el que los pintores de Teotihuacan experimentan y generan una amplia variedad de tonos y matices a partir del *corpus* cromático que manejaban desde el inicio de la técnica pictórica la ciudad.

Encontramos ejemplos complejidad en muestras de naranja (P3A), de amarillo (P2A) y de verde (P21A3), las cuales representan un paradigma del alto nivel de desarrollo técnico que alcanzan los trabajadores del color en Xalla, con mezclas de materiales de diferente naturaleza para obtener propiedades y matices concretos. En el caso de la muestra de naranja P3A se han llegado a identificar hasta seis componentes (óxidos de hierro, tierra roja, blanco de hueso, tierra verde, óxido de silicio) cuyo resultado al ser molido resulta en un naranja homogéneo, luminoso y vivo. La muestra de amarillo (P2A) evidencia la complejidad técnica en la elaboración de estos colores, pues es una mezcla de cuatro componentes minerales, la jarosita para aportar el croma amarillo, carbonato de calcio y cal viva para rebajar el color, dotar de textura al pigmento y aclarar el amarillo oscuro característico de la jarosita y, por último, minerales de cuarzo buscando dotar de brillo al pigmento.

Otro ejemplo de la habilidad técnica y del conocimiento que debieron poseer los trabajadores del color en Xalla es una muestra de verde tomada de una almena espigada de gran tamaño (P20A3), donde se mezclaron tres tipos diferentes de materiales generadores de verde, malaquita, conicalcita y tierra verde, junto con posible hematita. Cada uno de los tres materiales verdes posee unas propiedades físicas diferentes. Ejemplo de lo anterior es la dureza de cada mineral lo que obliga a tener un control en la molienda para obtener unos granos homogéneos que permitan que el pigmento se aplique de forma óptima al soporte. Aunado a las variaciones en cuanto dureza esta la variedad cromática de cada material, ya que la malaquita tiene un verde oscuro intenso, la conicalcita de un verde luminoso, vivo y de mayor claridad que la malaquita, y la tierra verde, de tono pastel mate y naturaleza arcillosa. A todos estos compuestos minerales homogenizados en cuanto a granulometría se

les añadió posiblemente polvo de hematita para generar un verde de tono pastel con matices turquesa.

La complejidad del proceso productivo de elaborar color vendría de esta forma dada por el conocimiento de las propiedades físicas de las materias primas con las que se elaboran los distintos pigmentos: dureza (ej. cuarzo, mica o malaquita), toxicidad (ej. cinabrio o conicalcita), consistencia final o proporciones, fueron conocimientos que dominaron a la perfección los trabajadores que operaron en Xalla. En algunos casos, la elaboración de ciertos pigmentos como el blanco de hueso o trabajar el cinabrio conlleva una mayor complejidad técnica, ya que se requiere aplicar procesos térmicos para sublimar el mercurio y así obtener una mayor pureza o llegar a una temperatura concreta<sup>27</sup> para que el material óseo no se calcine y quede de un color blanco marfil.

Todo lo anterior denota un conocimiento de las propiedades y características de cada materia prima, implicando complejidad en la manufactura de estos productos y en la búsqueda de características concretas en los colores por parte del grupo de trabajadores representados en Xalla.

Los resultados de la presente tesis de maestría enlazan con lo que Magaloni identificó en Tetitla (Magaloni Kerpel, 1996a), pero también con lo que más recientemente ha sido visto en el centro de barrio de Teopanazco (Manzanilla, Naim, 2012) donde esta complejidad muestra todo su esplendor en los pigmentos aplicados en cerámica estucada, pintura mural y, sobre todo, pintura corporal. Queda por averiguar si la rica policromía mostrada en sectores de élite de Teotihuacan está presente en unidades habitacionales más modestas, como podría ser el sector de Tlajinga, aunque en las excavaciones de la unidad habitacional Oztoyahualco 15B por Linda R. Manzanilla (Manzanilla Naim (edit), 1993) estaría indicando lo contrario, ya que sólo se observó una pequeña franja roja en algunos de los muros del conjunto.

### *Medios de producción*

---

<sup>27</sup> Véase capítulo IV

En este punto se abordan aspectos relacionados con las materias primas utilizadas para la elaboración de color en Xalla y los medios de producción implicados. Con ello será posible reconocer formas de explotación y uso de materiales, así como patrones en la composición de los pigmentos y la tecnología de su manufactura, para, por último, inferir aspectos de la producción tales como la cadena operativa implícita en la elaboración de pigmentos en Xalla.

Los materiales identificados en los pigmentos de Xalla corresponden mayoritariamente a tierras naturales compuestas principalmente por óxidos de hierro y aluminosilicatos arcillosos, principalmente caolinita y/o montmorillonita. Este uso predominante de pigmentos tiernos, es decir, de naturaleza arcillosa, contrasta con los pigmentos caracterizados en otros conjuntos de Teotihuacan como Tetitla o Teopancazco, donde predominan los pigmentos minerales elaborados en base a composiciones en las que se añadían arcillas para generar una matriz terrosa al pigmento y dotarlo de un mayor poder cubriente.

Así, los ocres rojos y amarillos son las materias primas que predominan en este complejo palaciego, siendo ambos dos compuestos ampliamente utilizados en Teotihuacan. Esto es así debido a la amplia difusión de sus yacimientos y por sus propiedades, las cuales permiten que estos pigmentos puedan ser aplicados a todo tipo de soporte y con cualquier tipo de técnica pictórica, ya que se caracterizan por su color saturado y su gran poder cubriente.

El origen de estos compuestos térreos podría ser local, ya que los suelos de Teotihuacan son suelos ricos en silicatos arcillosos tipo caolín (Al + Si) y en potasio, siendo éste una constante en todas las muestras analizadas, aunque para confirmar esta hipótesis se debe contar con muestras de yacimientos geológicos del propio valle con los que comparar resultados y realizar técnicas específicas como la Emisión de Rayos Inducida por Partículas (PIXE) o análisis petrográficos. En algunos casos, la presencia de elementos químicos como el plomo o el arsénico en bajas cantidades, sobre todo para algunas muestras de rojos, podrían indicar una fuente de origen distinta como podría ser el área del cinturón de cobre de Michoacán, área del occidente de Mesoamérica en la que Teotihuacan poseía

enclaves para la obtención de materias primas o la región de Taxco (Guerrero) (Panczner, 1987)(Gómez Chávez, 1998).

Junto al citado predominio de las tierras se han identificado en Xalla pigmentos minerales aislados o elaborados a base de mezclar diferentes minerales como el caso de los amarillos, verdes y rojos. Para los amarillos se ha identificado presencia de ilmenita, mineral de hierro y titanio de considerable dureza utilizado para la elaboración de rojos y amarillos. También la jarosita ha sido caracterizada entre los amarillos de Xalla muy común en los contextos rituales de Teotihuacan, como las ofrendas malacológicas que fueron halladas en la Pirámide de la Serpiente Emplumada o en la pintura corporal del enterramiento 105 de Teopancazco. En Xalla, este color, se ha identificado aplicado tanto en objetos rituales (P1A, P2A) como en alisadores empleados para la aplicación de color en muros o pisos (IL19A).

La presencia de cinabrio en los rojos de Xalla queda por confirmar por las investigaciones que se realicen en el campo del color en Xalla en el futuro, ya que, aunque se poseen indicios que podrían indicar esta presencia, el hecho de que estos vestigios sólo se hayan identificado con una técnica obliga a ser cauto en este punto de la investigación.

La presencia de este sulfuro de mercurio mezclado con ocre rojo sería factible, puesto que el color anaranjado de las muestras con evidencias de mercurio (P13A, P14A) se haya identificado en otros contextos teotihuacanos como Teopancazco (Martínez García et al., 2012; Vázquez de Ágredos & Manzanilla, 2016), el conjunto 46C:N4E2 (Sánchez Morton, 2013), en La Ventilla o la presencia de un cajete *pseudocloisonné* policromado con restos de cinabrio en su interior documentado en la P5 de Xalla, permiten pensar que la presencia de esta mezcla en Xalla sea factible.

Por otro lado, destaca como aportación de la presente investigación la caracterización de nuevas materias primas en la elaboración de pigmentos, las cuales han permitido ampliar el *corpus* de materiales manejados por los trabajadores del color en la urbe del Clásico en el Altiplano mexicano. Estas contribuciones pertenecen al campo de los verdes y de los blancos, aportando para el primer grupo cromático dos nuevos compuestos como son la conicalcita y la tierra verde, compuesta por aluminosilicatos del grupo de las micas como la glauconita y la celadonita. En el caso de los blancos, se ha identificado fosfato

de calcio, es decir, blanco obtenido a partir de material óseo y cuya función pudo ser pictórica, por su capacidad para aclarar la tonalidad de todo color, como aglutinante de compuestos, quedando por discernir la tecnología mediante la cual se obtenía este pigmento.

Junto con el blanco de hueso, se han obtenido indicios de la posible presencia de blanco de barita en algunas de las muestras de amarillo (P2A) y de naranja (P3A), aunque la presencia intencional de este pigmento queda por establecerse, ya que su origen en las muestras puede venir por su asociación a carbonatos de calcio, pues ya que ambos minerales pueden formarse en el mismo contexto geológico. Esto explicaría su presencia en el pigmento naranja P3A y en las bases de preparación de la pintura mural maya, desde las Preclásicas de San Bartolo hasta las del Clásico Terminal de algunos de los cuartos palaciegos de la Acrópolis de La Blanca, Petén, Guatemala (Vázquez de Ágredos Pascual, 2007b, 2010; Vázquez de Ágredos Pascual, Doménech Carbó, & Doménech Carbó, 2007).

Junto a estos compuestos minerales utilizados para generar el color se ha identificado otros minerales utilizados para crear nuevas gradaciones en los rojos, amarillos, naranjas, verdes y generar el color rosa de Xalla como la calcita, el óxido de calcio o cal viva, el blanco de hueso señalado en el párrafo anterior.

Junto a las materias primas que participan directamente en el color, los trabajadores de Xalla dedicados a este quehacer, utilizaron al menos, dos materias primas para generar una propiedad determinada y que se repite en la totalidad de los pigmentos, el brillo. El uso de mica y cuarzo como elementos agregados a los pigmentos responde a esa obsesión que se tiene en Teotihuacan por el brillo, ya que, al añadir estos materiales a las pinturas murales, capas de color sobre pisos y muros, sobre escultura o sobre objetos como cerámica, se consigue mediante el bruñido un resultado fulgurante, algo que caracteriza al color en Teotihuacan.

Con lo argumentado en los párrafos anteriores, se da cuenta del repertorio de materias primas que manejaron el grupo de trabajo del color en Xalla (Tabla 24), con una variedad de compuestos minerales que permite plantear que los pigmentos analizados corresponderían al menos, a la segunda o tercera fase técnica propuesta por Diana Magaloni

(1996, 1998), aunque sin referencias estilísticas o los enlucidos que actúan de soporte a la pintura mural es difícil poderlo asegurar.

De igual forma observamos una estandarización en el uso de pigmentos tiernos con la presencia mayoritaria de tierras naturales en el caso particular de Xalla. En otros contextos Teotihuacanos, a diferencia de lo visto en Xalla, se generaron este tipo de pigmentos tiernos a base de mezclar pigmentos minerales con arcillas o carbonatos de calcio para generar una matriz y crear una pasta cubriente (Sánchez Morton, 2013) (Martínez García et al., 2012; Vázquez de Ágredos & Manzanilla, 2016)(Magaloni Kerpel, 1996a, 1998).

Asimismo, el análisis arqueométrico realizado permite afirmar que las materias primas caracterizadas (P6A, P7A, P8A, P9A) se encuentran ya trabajadas, es decir, aparecen en Xalla con un primer proceso productivo realizado, no son materias primas en bruto. Lo anterior hace plantearse la cuestión de dónde se realizaba el acopio de estas materias primas ya procesadas, algo que se discutirá en los apartados siguientes. Al igual que encontramos materias primas, se han identificado pigmentos semielaborados o en proceso de elaboración (P3A, P10A) y productos ya finalizados listos para su posterior aplicación (P4A, P11A). Sin embargo, el grueso de las muestras analizadas corresponde con pigmentos ya finalizados obtenidos de instrumentos para aplicar el color como son los alisadores o de restos arquitectónicos donde fue aplicado el color, con lo que se tiene una parte considerable de la posible cadena operativa del trabajo del color en Xalla, algo que se tratará a continuación.

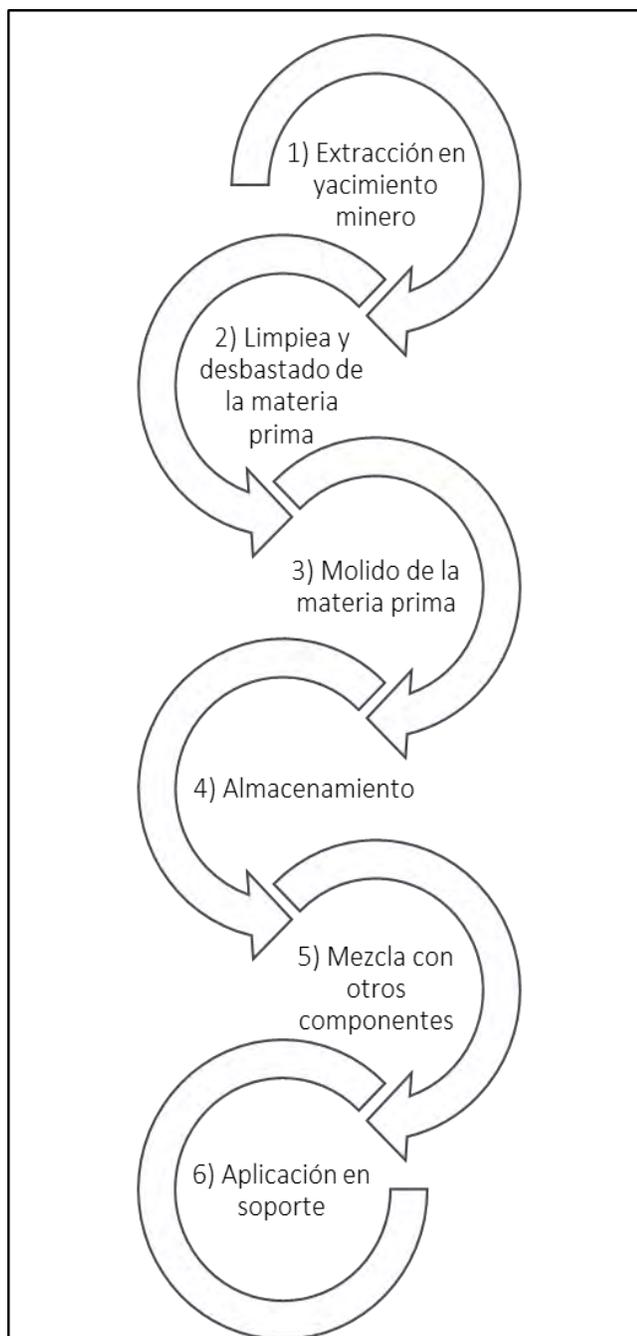
<b>COMPUESTOS IDENTIFICADOS</b>	
<b>ROJO</b>	Hematita, Tierra roja, Ilmenita, ¿Cinabrio?
<b>ROSA</b>	Tierra roja, Hematita, Calcita
<b>NARANJA</b>	Óxidos de hierro
<b>AMARILLO</b>	Ocre, jarosita
<b>VERDE</b>	Tierra verde (Glauconita y Celadonita), Malaquita, Conicalcita
<b>BLANCO</b>	Calcita, Carbonatos de Calcio, óxido de calcio (cal viva), fosfato de calcio, barita
<b>OTROS</b>	Cuarzo, óxidos de silicio, mica

Tabla 24. Compuestos identificados en las muestras de color de Xalla.

Los instrumentos implicados en el proceso de transformar materias primas en productos con una función concreta, es decir, el proceso de materialización<sup>28</sup> del color, son el otro gran indicador arqueológico que permite indagar en el trabajo del color en Xalla.

Como se indicó al principio del capítulo, no se posee información como para localizar una concentración de las actividades productivas relacionadas con el color en Xalla. Los instrumentos revisados se encuentran dispersos por todos los contextos excavados de Xalla (P1, P1A, P2A, P4A y P5A), lo que unido a que no se revisó la totalidad de los instrumentos asociados a la elaboración de color en Xalla, hace imposible realizar un análisis representativo de la dispersión de los materiales en el conjunto palaciego.

En la Figura 86 se describen las fases ideales del trabajo del color en Teotihuacan a partir de los datos recopilados hasta el momento en investigaciones realizadas sobre pintura mural y en excavaciones arqueológicas (Magaloni Kerpel, 1996a; Sánchez Morton, 2013). En Xalla, a partir de los instrumentos



**Figura 86.** Proceso ideal del trabajo y uso de color en Teotihuacan. Elaboración propia.

<sup>28</sup> Referido al proceso de transformar creencias e ideas intangibles en símbolos y signos concretos y visibles (Costin, 2004:190)

supervisados y de los resultados arqueométricos obtenidos, es posible distinguir dos grandes fases en el trabajo del color, la fase de manufactura y la fase de aplicación, situándolos entre las fases 3 y 6 del proceso ideal del trabajo del color en Teotihuacan. La segunda fase de trabajo de las materias primas en bruto se estaría realizando en espacios similares al documentado por Sánchez Morton (2013), a donde llegarían el mineral en bruto y se realizaría la fase de limpieza, desbastado y primer molido de los minerales.

Dentro de la fase de manufactura de los pigmentos se utilizaron metates y manos cuya función sería la de mezclar de diversas materias primas, y aunar y homogeneizar los materiales y el color. Los metates y manos poseen restos de color que abarcan casi toda la gama cromática documentada en Xalla, a excepción de los verdes (Tabla 25), con consistencias diferentes, algunas como polvo fino (todas ellas con posibles restos de cinabrio) y la mayor parte con consistencia arcillosa y densa. Lo anterior nos lleva a plantear si estas diferencias en la consistencia de color podrían responder a un distinto uso de los pigmentos que se realizaban, destinándolos quizás a soportes diferentes como podría ser la cerámica o la pintura corporal.

<b>METATES</b>	
<b>ROJO</b>	hematita + calcita
<b>NARANJA</b>	Óxidos de hierro + arcillas
<b>AMARILLO</b>	amarillo pálido: óxido de hierro + compuesto de calcio Amarillo ocre: Ilmenita
<b>ANÁLISIS DE FITOLITOS</b>	Gránulos rojos y amarillos, pasta seca amarilla, fibras rojas y blancas, mica, carbón, fitolitos de poáceas
<b>METLAPILES</b>	
<b>ROJO</b>	Ilmenita + ¿tierra natural? (rojo anaranjado) Hematita (tierra natural) + calcita (rojo guinda)
<b>NARANJA</b>	Tierra roja + ¿cinabrio? (consistencia pulverosa) Tierra roja + calcita (consistencia arcillosa)
<b>AMARILLO</b>	Sin datos (consistencia y color semejante a otras muestras caracterizadas como ocres)

**Tabla 25.** Los colores de manos y metates con los componentes identificados.

A su vez, la extracción de fitolitos realizada en uno de los fragmentos de metate ha revelado numerosos restos de estos cristales de sílice de poáceas comunes en el pasto de alrededor de Teotihuacan, restos de color amarillo arcilloso y denso, resto de fibras y amplios

restos de carbonato de calcio. Lo anterior permite relacionar su uso a la elaboración de pastas de color y de algún material semejante al adobe en el que se mezclara algún material derivado de carbonatos de calcio, como podría ser cal o estuco con fibras vegetales. Todo ello empleado posiblemente en algún tipo de trabajo relacionado con la albañilería y el mantenimiento del conjunto.

Otros instrumentos relacionados con la manufactura del color en Xalla son las manos de mortero, con restos de color rosa, naranja y amarillo (Tabla 26), que presentan, al igual que manos y metates, consistencias en polvo (posible presencia de cinabrio), arcillosa y densa. Estos instrumentos estarían relacionados con el mezclado y pulverizado de materias primas.

MANOS DE MORTERO	
NARANJA	Óxidos de hierro + aluminosilicatos + compuesto de calcio + ¿cinabrio?
AMARILLO	Ocre + Óxido de hierro y titanio ¿Ilmenita?

Tabla 26. Los colores las manos de morteros con los componentes identificados.

Los machacadores y percutores revisados poseen restos de color rojo y amarillo (Tabla 27) presentando las muestras analizadas una ausencia de compuestos agregados, identificándose únicamente el compuesto generador del color. El número de estos instrumentos es bajo en relación con el resto de objetos líticos, sin embargo, estarían indicando una fase productiva relacionada con el machacado de la materia prima en bruto y en algunos casos, la mezcla de materias primas como ocurre con las muestras (IL4A1, IL4A2 y IL4A3), todas ellas provenientes del mismo machacador, pero cada una de color distinto, dos tonos de rojo y un amarillo.

MACHACADORES Y PERCUTORES	
ROJO	Tierra roja ( $Fe_2O_3$ + Caolín)
AMARILLO	Ocre amarillo ( $FeOOH$ + caolín)

Tabla 27. Los colores de machacadores y percutores con los componentes identificados.

Por último, algunas de las lajas revisadas podrían haber formado parte del trabajo del color en Xalla fungiendo como mesas de trabajo, inferencia derivada del modo en que aparecen los restos de color en algunas de las lajas revisadas. En estos ejemplos descritos en los capítulos 3 y 4, el material colorante aparece dispuesto como una fina pátina roja localizada en una de las superficies de las lajas, siendo caracterizado únicamente como hematita.

Con todo lo anterior, la manufactura de color en Xalla estaría comprendida por al menos tres fases operativas:

1. Desbastado y machacado de materias primas en bruto llevado a cabo con machacadores y percutores quizás en alguna de las lajas que pudieron servir de mesas de trabajo
2. Un primer molido y mezcla de materiales llevado a cabo con metates y metlapiles
3. Un molido fino de las mezclas resultantes para homogeneizar el color y los materiales realizada con los morteros y las manos de mortero

Sin participar en el proceso de manufactura, pero insertos dentro del trabajo general del color en Xalla, se encuentran los instrumentos utilizados en la aplicación del color y su posterior acabado final como son los alisadores y pulidores. Estos poseen toda la gama cromática cálida representada en los instrumentos dedicados a la elaboración de color. Todos los pigmentos muestreados de estos materiales poseen un granulometría fina y homogénea, poseen colores altamente saturados e intensos, y se caracterizan por su consistencia arcillosa. Los restos de pigmento en estos instrumentos muestra una clara preponderancia de los compuestos terrosos, tan sólo rota por la presencia de pigmentos amarillos de jarosita (Tabla 28).

ALISADORES Y PULIDORES	
ROJO	Tierra roja
ROSA	Tierra roja + calcita

<b>NARANJA</b>	Óxidos de hierro + aluminosilicatos + compuesto de calcio
<b>AMARILLO</b>	Ocre amarillo Jarosita

**Tabla 28.** Los colores de alisadores y pulidores con los componentes identificados.

En cuanto a la fase de trabajo a la que estarían asociados, por un lado, los alisadores de tezontle se habrían utilizado para la aplicación de los pigmentos en los muros y pisos de Xalla ya que entre 250-350d.C. , se cuenta con evidencias de muros rojos y de pisos rojos y/o rosas<sup>29</sup>. A su vez, los alisadores podrían haber sido empleados para la aplicación de los pigmentos arcillosos en la primera capa pictórica en los muros destinados a la decoración pictórica. Tras la aplicación de este estrato base, éste sería bruñido a modo de “bolus”<sup>30</sup> con el objetivo de obtener la saturación cromática y la luminosidad que poseen los murales teotihuacanos.

Así pues, desde la perspectiva del producto que plantea K. Hirth (2011), los materiales pictóricos constituidos por pigmentos elaborados con materia prima de origen mineral y mezclados con cementantes y materiales de carga pueden ser consideradas producciones no domésticas, destinadas a satisfacer necesidades fuera del conjunto doméstico. Las materias colorantes aplicados sobre distintos soportes como escultura, pintura mural o pintura corporal entre otros, son productos elaborados para ser utilizados y empleados con fines religiosos e identitarios o como transmisor de códigos iconográficos concretos. Debido a ello, se considera que su proceso de manufactura requiere unos conocimientos técnicos precisos para elaborar las “recetas” cromáticas tomando en cuenta las propiedades y características de cada materia prima, buscando un acabado final específico.

En lo relativo al almacenamiento de las materias primas y productos semi-elaborados y elaborados, se cuenta con escasos indicadores arqueológicos. El único contexto que podría cumplir las características de área de almacenamiento sería la estructura 12 de la Plaza 2 de Xalla, lugar en el que contextualizan la mayor parte de los núcleos de color analizados y el tepalcate con restos de polvo verde en su fondo (Figura 87). En este espacio con los

<sup>29</sup> Conversación personal Linda R. Manzanilla Naim (2017)

<sup>30</sup> Bolus: mezcla de arcillas rojas finamente molidas aplicables como base de preparación en pintura y escultura policromada (Magaloni, 1996:191-192)

materiales colorantes citados, es donde se localizaron grandes cantidades de mica, que podrían indicar su función como lugar destinado al almacenaje de ciertas materias prima utilizadas con posterioridad por los lapidarios o trabajadores del color.

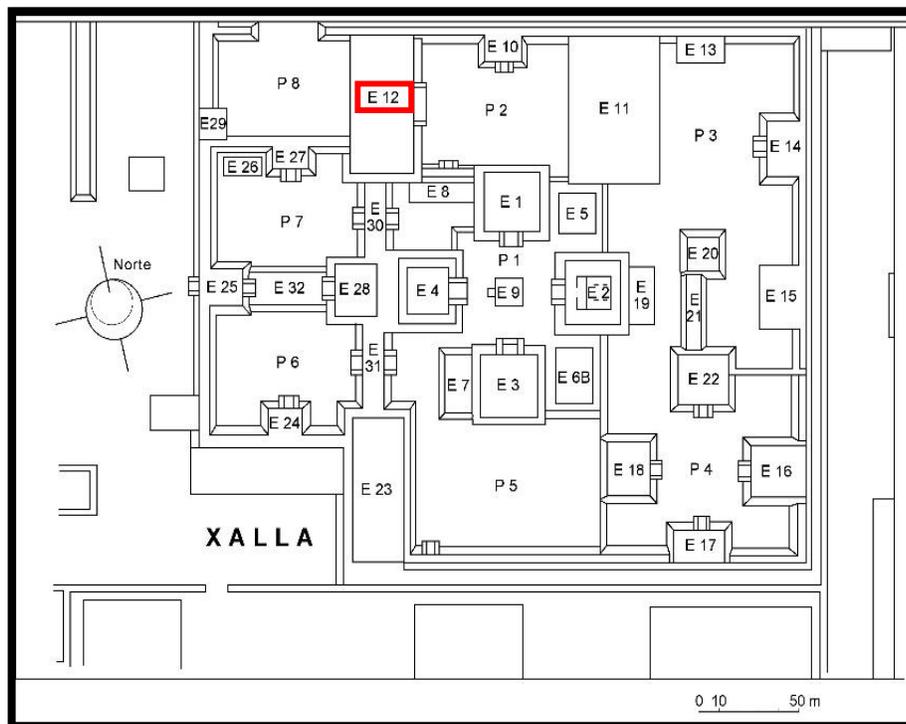


Figura 87. Ubicación del posible espacio de almacenamiento en Xalla. Fuente. Proyecto Teotihuacan: Élite y Gobierno. Excavaciones en Xalla

Ahora bien, ¿cómo se almacenarían los pigmentos? Es difícil abordar esta cuestión, ya que los ejemplos de núcleos de color son escasos y los espacios que pudieron fungir como almacenes en Xalla no están todavía definidos completamente. Sin embargo, es posible especular, siendo conscientes del salto cronológico y cultural, que tal como describe fray Bernardino de Sahagún (Sahagún 2013:553), los mexicas vendían los *panes de color* en los tianguis, por lo que quizás fuera posible que los pigmentos fueran compactados y almacenados a modo de discos o bolas de color. Los pigmentos así almacenados se molerían posteriormente diluidos en agua o con ayuda de algún aditivo orgánico, aunque esto último no es estrictamente necesario.

Por último, queda el punto de realizar planteamientos acerca de la tecnología implícita en los procesos de producción y aplicación del color descritos en los párrafos

anteriores. Los instrumentos revisados inmersos en el proceso de elaboración de pigmentos no poseen una complejidad elevada en cuanto a su manufactura y uso, son todos elaborados con piedras volcánicas, abundantes en Teotihuacan. Sin embargo, consideramos que la complejidad del presente proceso productivo viene dada por el conocimiento de las propiedades de las diferentes materias primas empleadas, en la búsqueda de propiedades y variedades tonales concretas en los productos elaborados, y en el uso posterior que a éstos se les da. Con todo, los colores estarían inmersos dentro de un complejo código iconográfico mediante el cual se transmitía en Teotihuacan una ideología religiosa y política determinada.

Ciertos procesos tecnológicos que podrían haber sido llevados a cabo por los trabajadores del color en Xalla como puede ser la realización de cochuras en los ocre amarillos para deshidratarlos y conseguir colores rojos intensos, la obtención del blanco de hueso o si aplicaban aglutinantes o procesos térmicos en los pigmentos, previos a su aplicación, son todos recursos técnicos que no ha sido posible evaluar en la presente investigación. Ahora bien, la aplicación de nuevas metodologías en el procesamiento de los datos de técnicas arqueométricas como la Espectroscopía Infrarroja (FTIR) o la realización de otro tipo de técnicas arqueométricas como la Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) o la Cromatografía de Gases/ Espectrometría de masas (MS/GC) entre otras, podría arrojar luz en el futuro a estos cuestionamientos.

#### *Principios organizadores*

Cualquier tipo de actividad productiva tiene unos principios de organización que la sitúan en el espacio físico y social, esto es, en el contexto de un sistema cultural y sociopolítico concreto. En el caso del trabajo del color en Xalla y a partir de los indicadores arqueológicos disponibles relativos a la producción de color, instrumentos y objetos en diferentes estados de producción, es posible realizar algunas inferencias relativas al contexto espacial en el que la producción color se está llevando a cabo y el contexto sociopolítico de ésta. Lo anterior es posible a partir de la realización de planteamientos relativos al grado de interacción de la élite de Xalla al respecto del trabajo del color en términos de control sobre éste, y sobre la relación entre el grupo de trabajadores del color en Xalla y la élite rectora del palacio.

Uno de los aspectos más relevantes en la investigación de una actividad productiva es la ubicación del grupo de trabajo en el espacio social. En este sentido, la producción es caracterizada entre independiente o adscrita, siendo el concepto que marca la división entre una y otra el control, es decir, la capacidad de influir o restringir de los grupos de poder de una sociedad sobre el grupo de los productores, de forma que estas influencias o restricciones coarten la libertad de trabajo del productor. Mientras que las formas adscritas de producción promueven desigualdad social a través del acceso privilegiado a formas de trabajo o a ciertos objetos y del control de la ideología y de la información, las formas de producción independientes contribuyen a la solidaridad social, creando una relación más equitativa entre productores y consumidores, a partir del acceso libre a bienes o a la información a través de los diferentes grupos sociales.

Lo anterior nos lleva a preguntarnos, ¿a qué forma de producción se adscribe la actividad de producir y aplicar color en Xalla? Esta cuestión es compleja de responder de forma categórica a partir de los indicadores arqueológicos de los que se dispone, sin embargo, sí es posible realizar algunos planteamientos acerca de ello, a partir del lugar en el que se contextualizan espacialmente los instrumentos con evidencias de trabajo del color, Xalla, un espacio palaciego ubicado en pleno corazón de Teotihuacan.

El primer paso para ubicar en el contexto social el trabajo del color en Xalla es analizar la distribución espacial de los objetos de los que se extrajeron las muestras de color para observar alguna posible organización espacial de la actividad productiva citada. La distribución de los instrumentos con restos de pigmentos, a pesar del sesgo originado por el hecho de que se ha excavado un tercio del total del complejo palaciego, no posee ningún tipo de agrupación o patrón espacial que permita identificar un área concreta de trabajo, ni de las fases de manufactura y uso de los pigmentos.

Sin embargo, esta dispersión ofrece información de otra índole, indicando otro tipo de actividad en la cual resultaría más eficiente y útil tener dispersos los objetos por toda el área de trabajo, como podría ser el mantenimiento y embellecimiento del complejo palaciego. Los instrumentos de lítica pulida revisados como alisadores, pulidores y lajas e ixtapaltetes parecieran estar indicando una actividad asociada con la albañilería, en la que se

estaría realizando el mantenimiento de las estructuras arquitectónicas y su posterior embellecimiento mediante la aplicación de los pigmentos elaborados en el propio palacio.

El planteamiento del párrafo anterior deriva de una de las hipótesis de la presente investigación, en la que se postulaba que la actividad representada en Xalla podría responder a trabajos relacionados con la albañilería. Esta hipótesis encuentra sustento tanto en el predominio de los pigmentos terrosos, posiblemente locales y de fácil acceso, que permiten extender el pigmento de manera efectiva para cubrir las grandes superficies arquitectónicas de Xalla, como en la analogía realizada con instrumentos de la misma índole documentados e interpretados como materiales relacionados con la actividad productiva señalada en otros conjuntos teotihuacanos como La Ventilla u Oztoyahualco 15B.

En relación con lo argumentado en los párrafos anteriores, Magaloni plantea que la elaboración de murales en Teotihuacan sería un proceso en el que se seguía un minucioso plan de trabajo, con una diversificación de las tareas entre los distintos miembros del grupo de especialistas, desde la elaboración de los pigmentos y la aplicación del enlucido de cal y arena que sirve como soporte pictórico, pasando por el aplanado, la realización de los diseños y la ejecución del mural. Esta investigadora esboza un sistema de producción de murales organizada y jerarquizada, desde los trabajadores que aplican el estucado hasta los individuos que pintan las superficies murales, pasando por los que elaboran los diseños o bocetos preliminares (Magaloni Kerpel, 1995).

A partir de lo anterior, podemos plantear que lo que se observa en Xalla podría responder a una de las fases productivas de elaboración de murales, estando representado el trabajo de producir los colores que se emplearán posteriormente, el aplicado de los soportes de cal y el aplicado de las primeras capas pictóricas que servirían de fondo dichos murales o en extensiones uniformes de color en escalinatas, ixtapaltetes o pisos.

En lo relativo al contexto espacial en el que se reporta esta actividad es relevante tener en cuenta que; (1) Xalla se encuentra en un área de Teotihuacan “exclusiva”, siendo un complejo de tipo palaciego ubicado en el centro cívico-ceremonial de Teotihuacan, (2) Teotihuacan controlaba el flujo de personas en la urbe, más aún en el corazón de la misma, algo documentado a partir de las casetas de vigilancia ubicadas en las calles o en los accesos

a los principales monumentos rituales como la Ciudadela, (3) la planimetría y ubicación de Xalla permite observar la exclusividad del sitio, con un muro perimetral masivo con un paso de ronda y estando el complejo aislado, ya que no se reportan estructuras alrededor del complejo (Manzanilla Naim, 2008, 2009c; Manzanilla Naim et al., 2005; Manzanilla Naim & López Luján, 2001a).

Todo lo anterior nos lleva a cuestionarnos si los trabajadores del color representados a partir de los instrumentos de temporalidad Tlamimimilolpa Tardío-Xolalpan Temprano (250-450 d.C.) tendrían libertad para entrar y salir de Xalla o sí, por el contrario, se encontrarían adscritos al palacio como trabajadores del mismo, algo relevante a la hora de inferir la escala e intensidad de la actividad productiva.

El análisis de la distribución de los instrumentos, la cantidad de color que se ha podido observar y la extensión que debieron tener los muros de Xalla, lleva a proponer que se trataría de una actividad temporal, llevada a cabo en un momento concreto de la historia del conjunto arquitectónico. Sin embargo, se debe ser cauteloso ya que tal y como afirma Costin (2001:295) “una cantidad pequeña de materiales recuperados no es necesariamente una evidencia de producción a baja escala o a tiempo parcial”. Por lo tanto, habrá que aguardar a que Xalla sea excavado completamente para discernir si el trabajo del color en Xalla es una actividad productiva temporal o si se disponía de trabajadores fijos adscritos al palacio dedicados a la elaboración de color y al mantenimiento del conjunto.

La cuestión relativa a si la actividad del trabajo del color en Xalla correspondería a una producción adscrita o independiente es difícil de contestar dentro del marco de la presente investigación, ya que como se viene argumentado, hacen falta para ello indicadores arqueológicos que no están todavía disponibles, tales como instalaciones fijas de producción, enterramientos o áreas habitacionales. Ahora bien, aunando (1) el lugar donde la actividad productiva se está realizando, (2) qué es lo que se produce y (3) cuál es la finalidad de esta producción, es posible realizar planteamientos sobre la organización social del trabajo del color en Xalla. Ya se ha tratado dónde se realiza la actividad y qué es lo que se está produciendo, por lo que es momento de tratar cuál es la finalidad de lo que se produce.

Llegados a este punto, es indispensable ampliar el marco de análisis a Teotihuacan, ya que es necesario tener presente, (1) cuál es el uso del color en la urbe y (2) qué grupo social es el principal consumidor de color. Como se argumentó en el primer capítulo, el color aplicado en sus diferentes soportes se usa en Teotihuacan como elemento para transmitir información e ideología, tiene un uso ritual y un significado simbólico e identitario que plasma y transmite al espectador la realidad y religiosidad teotihuacana. El color, aplicado sobre diferentes soportes y en especial en arquitectura y objetos rituales o suntuarios como por ejemplo incensarios tipo teatro o cerámica estucada, es consumido por los grupos de poder de Teotihuacan, es decir, por las élites intermedias de los barrios y por las élites gobernantes. Consideramos que el color es una producción por y para las élites de la ciudad, tal y como afirma López Austin *et al* (1989).

Junto a lo argumentado en el párrafo que antecede, es importante señalar el uso por parte de los trabajadores de Xalla de ciertas materias primas controladas por el estado teotihuacano como la mica o el cinabrio, cuya proporción a los trabajadores estaría en manos de la élite del palacio y cuyo uso estaría limitado a ciertos sectores de la ciudad y sociedad teotihuacana.

Con lo anterior, y retomando el concepto de control de las élites sobre ciertas materias primas o sobre el estilo y las composiciones cromáticas, consideramos que es posible afirmar que los trabajadores del color en Teotihuacan, y por ende en Xalla, podrían estar influenciados/restringidos en su *modus operandi*. Debe haber una razón que explique por qué predomina el rojo en la arquitectura, en el por qué se escogen ciertas composiciones cromáticas para pintar motivos o símbolos, y por qué los pisos y muros se pintan de rojo y rosa predominantemente y no en azul, verde o naranja, viéndose en todo ello una estandarización.

Todo este tipo de “pautas” podrían venir marcadas por las elites de la urbe, bien por motivos económicos o simbólicos, ya que son éstas las principales consumidoras de los objetos y estructuras policromadas. Con todo lo anterior, consideramos que el consumo de color marca las diferencias existentes en los estratos sociales de Teotihuacan, resaltando estas desigualdades a partir de poder acceder a objetos y/o arquitectura policromada. Por lo

tanto, el trabajo del color en Xalla y, por extensión en Teotihuacan, podría ser considerado como una producción adscrita en mayor o menor proporción, a través de la cual las élites reforzarían su estatus y el sentimiento de pertenencia a un grupo social privilegiado.

### *Objetos*

En este punto se va a analizar los objetos producidos por el grupo de trabajo del color en Xalla. Esta revisión es posible realizarla a través de las muestras de pigmento tomadas sobre elementos arquitectónicos como almenas, bordes de estuco dispuestos sobre las escalinatas o sobre los objetos rituales con pigmento como son los dos ejemplares de concha recuperados en Xalla. A través del análisis arqueométrico de estas muestras de color es posible observar si los pigmentos que se están produciendo en el complejo palaciego son los mismos que se están aplicando y utilizando. Como se observa en la Tabla 29 los compuestos minerales caracterizados guardan relación con los identificados en los instrumentos de elaboración y aplicación del color.

COLOR SOBRE ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS Y OBJETOS RITUALES	
ROJO	Tierra roja (sobre soporte de Calcita) + ¿mica?
ROSA	Tierra roja + calcita
NARANJA	óxidos de hierro + compuesto no identificado
AMARILLO	Ocre amarillo Jarosita + óxido de calcio (cal viva) + calcita + cuarzo
VERDE	Malaquita + conicalcita + Tierra verde (sobre soporte calcita)

**Tabla 29.** Los colores sobre elementos arquitectónicos y objetos rituales con los componentes identificados.

Destacan mezclas complejas como las observadas en los amarillos y el verde. Las muestras de color amarillo provienen de dos ofrendas de concha, *Spondylus princeps* y *Chama echinata*, que fueron depositadas a modo de ofrenda ritual en la Estructura 12 de la Plaza 2 de Xalla, justo en el espacio que podría haber sido utilizado como almacén de materias primas en Xalla<sup>31</sup>. En la composición de este amarillo encontramos una mezcla de

<sup>31</sup> (Comunicación personal Linda R. Manzanilla Naim, 2017)

componentes que refleja la complejidad de las mezclas, con cuatro componentes: jarosita, que otorga el croma amarillo, óxido de cal y calcita para rebajar el tono de amarillo y darle cuerpo al pigmento, y al cuarzo para generar un pigmento brillante y vivo.

Otra de las soluciones que ejemplifican la complejidad de las mezclas y el conocimiento de las propiedades físicas de cada material por parte de los trabajadores del color en Xalla es el verde, muestreado de la primera capa pictórica de una gran almena espigada de la Estructura 12 de Xalla. En esta muestra de verde se han caracterizado tres compuestos minerales generadores de croma verde como son la malaquita, mineral mayoritario en la muestra de verde, conicalcita, de un verde de matiz amarillo muy luminoso, y tierra verde, similar a la caracterizada en los núcleos de color.

Junto con las mezclas identificadas en amarillos y verdes, el resto de colores rojo, rosa y naranja, muestran el predominio de los pigmentos terrosos de naturaleza férrica en las elaboraciones de Xalla. Esto respondería, como se indicó en las páginas anteriores, a motivos prácticos, ya que la composición arcillosa de estos pigmentos permitiría una aplicación más efectiva del color sobre los elementos arquitectónicos de Xalla, además de que son pigmentos que resisten muy bien a los factores de degradación externos. Junto a lo anterior, se suma el hecho de que siendo plausible que tengan un origen local, el acceso a este tipo de recursos sería más sencillo en términos económicos.

Con todo, con el análisis de estos pigmentos se ha podido obtener información relativa a la última fase del sistema productivo de color observado en Xalla, el consumo de éste por parte de los usuarios del palacio. Se ha podido observar que los pigmentos utilizados en la arquitectura de Xalla guardan relación con los que se estarían manufacturando con los metates, metlapiles, machacadores y morteros, lo que sustenta nuestra hipótesis de partida relativa de que estos materiales reflejarían alguna fase de mantenimiento y/o embellecimiento del palacio por parte de un grupo de trabajo vinculado a la albañilería.

#### *Principios de distribución y consumidores*

En cuanto a los principios de distribución es complicado realizar planteamientos sobre ellos, máxime cuando el carácter y funcionalidad de Xalla todavía no está del todo claro y tampoco

en Teotihuacan se conocen en profundidad los mecanismos de distribución de los objetos artesanales. La distribución de los pigmentos en Xalla depende en gran medida del rol y de la organización social del grupo de trabajo, ya que la forma en la cual el color llega al consumidor de Xalla variaría si el grupo de trabajo del color está adscrito al palacio o si son trabajadores ajenos a éste, pudiendo ser trabajadores temporales en este espacio palaciego. Para dilucidar todo ello consideramos que se necesita en primer lugar indagar sobre la identidad de los trabajadores de Xalla, y en específico en el grupo dedicado al color, para lo cual, como se indicó al principio del capítulo, es necesario localizar, excavar e investigar áreas habitacionales o enterramientos que permitan conocer la identidad de estos trabajadores.

Ahora bien, en Xalla se ha propuesto que los pigmentos que se manufacturan en el sitio, habrían entrado en una primera fase productiva realizada fuera de este complejo palaciego. Ahora bien, en qué tipo de complejos se estaría realizado el acopio de materia prima en bruto o el primer proceso de elaboración de pigmentos en el que se tendría que desbastar y realizar un primer molido del material. En Teotihuacan, hasta el momento tan sólo se dispone de un área excavada que cumpla las condiciones necesarias para ser considerado un taller de elaboración de pigmentos, concretamente de pigmento rojo, el color que define por excelencia a esta excepcional urbe mesoamericana.

El espacio al que se hace referencia es el sitio 46C:N4E2, localizado en la población actual de San Francisco Mazapa, muy cerca del barrio teotihuacano denominado Tepantitla. Este sitio fue excavado mediante calas e investigado por la arqla. Ligia Sánchez Morton (2013), quien reportó 29.656 Kg de hematita en forma de cuatro tipos distintos de pigmentos tanto por color como por composición. En su investigación, argumentó que dispondría tanto de materia prima en bruto, como de pigmentos ya molidos a los que se les agregaron arcillas, como montmorillonita en una primera fase de producción, siendo posteriormente almacenados para ser posteriormente distribuidos (Sánchez Morton, 2013).

Es factible pensar que, dado la cercanía a Xalla (500 m. aproximadamente), el grupo de trabajo de Xalla pudiera adquirir pigmentos para la manufactura final previa a su utilización en espacios similares al reportado por L. Sánchez Morton.

Queda por conocer quiénes son los que están consumiendo la variedad de pigmentos caracterizados en Xalla y que debieron de engalanar los pisos, muros y estancias del complejo palaciego. Para poder indagar en quiénes son los consumidores del color de este complejo palaciego es necesario volver a extender el contexto espacial de interpretación a la gran urbe de Teotihuacan.

La arquitectura policromada, así como los objetos rituales que exponen la gran riqueza cromática alcanzada por el pueblo teotihuacano, son consumidos y demandados por las élites de la ciudad. Ello incluye a las a las élites intermedias, como se observa en Teopancazco con la rica cerámica policromada y el taller de textiles documentado, en La Ventilla, Tetitla, Techinantitla o Atetelco entre otros. También aparecen en multitud de conjuntos departamentales de élite donde se conserva el rico acervo de pintura mural, así como también en las principales estructuras del centro cívico-religioso de la urbe como en el Palacio de Quetzalpapálotl, El Templo de la Serpiente Emplumada o la Calzada de los Muertos por citar algunos.

En los espacios citados en el párrafo anterior, es donde el color habría alcanzado toda su expresión a través de los murales expuestos al público donde se exponen los mensajes que legitiman el poder político y religioso, en los templos y palacios de esta área elitista de la urbe o en la escultura que debió de exhibirse en las principales plazas del corazón de la urbe como la Plaza del Sol o la Plaza de la Luna. El color, la policromía, el *corpus* de colores cálidos y fríos logrado por los trabajadores del color en Teotihuacan es consumido mayoritariamente por las élites de la ciudad.

En este punto de la investigación de Xalla, lo que se puede afirmar es que los consumidores del color corresponderían a élite teotihuacana. Sin embargo, no es posible en este momento ir más allá en pos de tratar de observar quiénes son los usuarios de Xalla y por ende los que controlan y demandan el trabajo del color para el palacio. Las características constructivas del palacio, su ubicación, sus dimensiones, el almacenamiento 37 kg de mica y el resto de actividades artesanales documentadas en este complejo, industria ósea y lapidaría, inducen a pensar en una élite que demanda, promueve y/o consume objetos artesanales y rituales.



## CONSIDERACIONES FINALES

A partir de lo expuesto y argumentado en el presente trabajo de investigación y de las argumentaciones y planteamientos aportados tan sólo queda concluir la tesis a partir de revisar los resultados de la experimentación arqueométrica y la aplicación del marco metodológico de los sistemas productivos de Costin (1991, 2001, 2005, 2008) en relación a los objetivos e hipótesis de investigación planteadas en el capítulo I. En las hipótesis de partida se planteaba lo siguiente: (1) que los colores de Xalla serían compuestos minerales realizados mediante mezclas complejas, (2) que la producción del color en Xalla se encuentra en manos de maestros artesanos cuyo estatus podría ser el de una clase media y (3) que el instrumental lítico con restos de color responde a una actividad productiva relacionada con el mantenimiento de la arquitectura de Xalla.

Los puntos 1 y 3 consideramos que quedan corroborados a partir de la experimentación arqueométrica realizada y en la que se han podido identificar pigmentos con composiciones complejas. Por su parte, el tercer punto se habría podido argumentar mediante la comparación de los instrumentos líticos con los reportados en otros sectores de Teotihuacan, a partir de la amplia dispersión de los instrumentos y a partir del análisis de elementos arquitectónicos de Xalla donde se observó que los pigmentos elaborados son los que se aplicaron con posterioridad en la arquitectura del conjunto. El punto 2 es el que queda pendiente de respuesta quedando para futuras investigaciones realizar pesquisas que ahonden en la identidad y el estatus de los trabajadores del color en el conjunto.

En cuanto al objetivo principal de la investigación, realizar una caracterización de los colores de Xalla, queda ampliamente cumplido. Se ha podido determinar el predominio de los pigmentos terrosos en los colores de Xalla, además de caracterizar dos nuevas materias primas como son las tierras verdes y la conicalcita para la elaboración de pigmentos verdes en el *corpus* de materias primas empleadas por los teotihuacanos. En lo relativo a los objetivos secundarios, se ha podido proponer que la actividad asociada a los artefactos de lítica pulida con restos de color sería la albañilería, enfocada a engalanar y mantener el complejo palaciego, se ha propuesto la citada actividad como dependiente de los deseos/designios de la elite gobernante de Xalla y se ha propuesto que el abanico cromático

observado junto a las mezclas empleadas en la elaboración de los pigmentos, situarían a los materiales colorantes de Xalla en la 3ª fase técnica propuesta por Magaloni (1996) para la pintura mural. Con todo, los objetivos de la investigación han resultado cumplidos en su totalidad.

Por otro lado, es preciso señalar que el protocolo arqueométrico planteado y aplicado para la realización de la presente investigación ha sido el adecuado en pos de indagar en la composición de los colores de Xalla, siendo todas y cada una de las técnicas aplicadas necesarias para lograr llegar a la precisión alcanzada en algunos de los pigmentos analizados. A su vez, la aplicación del protocolo físico-químico planteado ha permitido ampliar el *corpus* de materias primas empleadas por los trabajadores del color de Teotihuacan, poniendo a la luz la necesidad de realizar nuevas investigaciones en el campo del color en Teotihuacan.

La presente investigación ha podido comprobar, a su vez, que los trabajos dedicados a la caracterización de color que han sido y son referencia para el estudio de los pigmentos en Teotihuacan deben ser actualizados. Se hace necesario aplicar los avances realizados en la optimización de las técnicas arqueométricas en la investigación de los colores de Teotihuacan, indagar en los compuestos orgánicos que debieron usarse y que se han caracterizado soportes como la pintura corporal, incidir en la caracterización de los pigmentos azules presentes en multitud de pinturas murales y sobre todo, realizar una investigación integral de la urbe, para observar si hay diferentes “escuelas” en la ciudad que se diferencien en el uso de unas u otras materias primas y poder observar de forma más profunda las diferencias o similitudes que pueda haber entre los diferentes sectores de la ciudad y en las diferentes fases del desarrollo teotihuacano.

Por último, la línea de investigación que defiende este trabajo es atender el aspecto social y económico del color en Teotihuacan. En otras palabras, poner en relieve la necesidad de investigar la elaboración de pigmentos y colorantes desde la esfera productiva, puesto que, como la cerámica, los textiles o la lapidaria, el color es un “material” de enorme importancia y generalizada utilización en Mesoamérica.

Reflexionar sobre los contextos de producción y aplicación de los materiales colorantes permite observar la parte útil del producto, observar cuál es su destino final y cuál

es la tecnología y la organización implícitas en su manufactura. El trabajo del color en Teotihuacan se imbricaría dentro del sistema de artesanías elaboradas y distribuidas en Teotihuacan. Por lo tanto, desde el presente trabajo se insta a profundizar en el aspecto productivo del color, a realizar mayores pesquisas sobre la organización implícita en su elaboración, en dotar de identidad a los trabajadores/artesanos que lo producen, ahondar en los recursos materiales de los que disponían, e indagar en las tecnologías y técnicas utilizadas en la elaboración del color en Teotihuacan.

Así pues, el planteamiento que propone el presente trabajo es considerar a los colores como materiales de carácter suntuario, como productos con un alto valor tanto económico como cultural, derivado éste de la finalidad específica que éstos tienen. Derivado de todo lo anterior, parece coherente plantear la cuestión de que la producción de pigmentos en Teotihuacan pudiera haber estado bajo algún tipo de control, administración y/o condicionamiento por parte de las élites rectoras de la urbe.

Con todo, y a modo de conclusión es importante señalar que, sólo investigando el color en su conjunto dentro de la esfera cultural teotihuacana, es posible aprehender la organización social de su sistema productivo.

## REFERENCIAS CITADAS

- Acosta, J. (1964). *El palacio de Quetzalpapálotl*. Mexico: INAH.
- Alonso, A., Pérez, N. A., Sil, J. L. R., Casanova, E., Claes, P., Melo, V. A., & Cañetas, J. (2014). Comparative Spectroscopic Analysis of Maya Wall Paintings from Ek'Balam, Mexico. *MRS Proceedings, 1618*, imrc2013-s8a-031. <https://doi.org/10.1557/opl.2014.455>
- Angulo Villaseñor, J. (1964). *Teotihuacan. Un autorretrato cultural*. ENAH.
- Angulo Villaseñor, J. (1972). Reconstrucción etnográfica a través de la pintura mural. En *XI Mesa Redonda de la SMA. Teotihuacan. El valle de Teotihuacan y su contorno* (pp. 43-68). Mexico: Sociedad Mexicana de Antropología.
- Angulo Villaseñor, J. (1987). Observaciones sobre el Templo de la Agricultura en Teotihuacan. En E. McClung de Tapia & E. C. Rattray (Eds.), *Teotihuacan. Nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas* (pp. 275-315). Mexico: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Angulo Villaseñor, J. (1996). Teotihuacan. Aspectos de la cultura a través de la expresión pictórica. En B. De la Fuente (Ed.), *La pintura mural prehispánica en México. Teotihuacan* (pp. 65-186). Mexico: Instituto de investigaciones Estéticas, UNAM.
- Argáez, C., Batta, E., Mansilla, J., Pijoan, C., & Bosch, P. (2011). The origin of black pigmentation in a sample of Mexican prehispanic human bones. *Journal of Archaeological Science, 38*(11), 2979-2988. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.014>
- Armillas, P. (1944). Exploraciones recientes en Teotihuacan, México. *Cuadernos Americanos, XVI*(4).
- Armillas, P. (1950). Teotihuacan, Tula y los Toltercas. Las culturas post-arcaicas y pre-aztecas del centro de México. Excavaciones y estudios, 1922-1950. En *Runa. Archivo para las ciencias del Hombre* (pp. 37-70). Buenos Aires: Universidad Nacional del Cuyo.
- Bacci, M., Boselli, L., Picollo, M., & Pretzel, B. (2008). Colour measurement on paintings. En L. Tassi & M. P. Colombini (Eds.), *New trends in Analytical, Environmental and Cultural Heritage Chemistry Developments* (pp. 333-344). Research Signpost.
- Báez Pérez, M. A. (2002). *La lítica pulida en Teotihuacan: Análisis y experimentación de un*

*caso específico*. ENAH.

- Barba, L., Blancas, J., Manzanilla, L. R., Ortíz, A., Barca, D., M., C. G., ... Pecci, A. (2009). Provenance of the limestone used in Teotihuacan (Mexico): a methodological approach. *Archaeometry*, 51(4), 525-545. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00430.x>
- Barba Pingarrón, L. (2005). Materiales, técnicas y energía en la construcción de Teotihuacan. En M. E. Ruíz Gallut & J. Torres (Eds.), *Arquitectura y urbanismo: pasado y presente de los espacios en Teotihuacan, Memoria de la Tercera Mesa Redonda de Teotihuacan* (pp. 211-229). Mexico: INAH.
- Barba Pingarrón, L., & Córdoba Frunz, J. (2010a). *Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacan*. Mexico: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Barba Pingarrón, L., & Córdoba Frunz, J. L. (2010b). *Materiales y energía en la arquitectura de Teotihuacan*. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Barba Pingarrón, L., Ortiz Butrón, A., & Pecci, A. (2014). Los residuos químicos. Indicadores arqueológicos para entender la producción, preparación, consumo y almacenamiento de alimentos en Mesoamérica. *Anales de Antropología*, 48(1), 201-240.
- Barca, D., Miriello, D., Pecci, A., Barba, L., Ortiz, A., Manzanilla, L. R., ... Crisci, G. M. (2013). Provenance of glass shards in archaeological lime plasters by LA-ICP-MS: implications for the ancient routes from the Gulf of Mexico to Teotihuacan in Central Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 40(11), 3999-4008. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.05.016>
- Batta, E., Argáez, C., Mansilla, J., Pijoan, C., & Bosch, P. (2013). On yellow and red pigmented bones found in Mayan burials of Jaina. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), 712-722. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.08.013>
- Beramendi Orozco, L. E., González, G., & Soler-Arechalde, A. M. (2012). Cronología para Teopancazco: Integración de datos arqueomagnéticos y un modelo bayesiano de radiocarbono. En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan* (pp. 111-135). México: UNAM.
- Bernal Gutiérrez, L. (2005). *Análisis funcional de los espacios del posible palacio de Xalla, Teotihuacan: un enfoque arqueométrico*. ENAH.

- Berrin, K., & Pasztory, E. (1994). *Teotihuacan: Art From The City Of The Gods*. New York: Thames and Hudson.
- Blancas, J., Muñoz, M., Rodríguez, M., Hernández, M., & Barba, L. (2016). Detección con técnicas geofísicas de las estructuras constructivas con pintura mural de Techinantitla, Teotihuacan. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16086.24649>
- Blanton, R. E., Feinman, G. M., Kowalewski, S. A., & Peregrine, P. A. (1996). A Dual-Processual Theory for the Evolution of Mesoamerican Civilization. *Current Anthropology*, 37(1), 1-14.
- Boone, E. H. (1985). *Painted architecture and polychrome monumental sculpture in Mesoamerica*. Washington D.C.: DUMBARTON OAKS.
- Buti, D., Domenici, D., Miliani, C., García Sáiz, C., Gómez Espinoza, T., Jiménez Villalba, F., ... Sgamellotti, A. (2014). Non-invasive investigation of a pre-Hispanic Maya screenfold book: the Madrid Codex. *Journal of Archaeological Science*, 42(1), 166-178. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.08.008>
- Cabrera Castro, R. (1990). Últimas investigaciones. En E. Matos Moctezuma (Ed.), *Teotihuacan. La metrópoli e los dioses* (pp. 187-220). Barcelona: Lunwerg.
- Cabrera Castro, R., Sugiyama, S., & Cowgill, G. L. (1991). The Templo de Quetzalcoatl Project at Teotihuacan: A Preliminary Report. *Ancient Mesoamerica*, 2(1), 77-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0956536100000407>
- Cabrera Cortés, M. O. (2009). Lapidaria. En *Teotihuacan: Ciudad de los Dioses* (pp. 193-232). Mexico: INAH.
- Cabrera Cortés, M. O. (2011). *Craft Production and Socio-Economic Marginality. Living on the Periphery of Urban Teotihuacan*. Arizona State University.
- Caple, C. (2006). *Objects, Reluctant witnesses to the past*. New York: Routledge.
- Carballo, D. M. (2007). Implements of State Power: Weaponry and Martialy Themed Obsidian Production Near the Moon Pyramid, Teotihuacan. *Ancient Mesoamerica*, 18(1), 173-190. <https://doi.org/10.1017/S0956536107000144>
- Carballo, D. M. (2011). *Obsidian and the Teotihuacan State: Weaponry and Ritual Production at the Moon Pyramid. Memoirs in Latin American Archaeology N° 21*. Pittsburgh:

- University of Pittsburgh- Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Carballo, D. M. (2013). The Social Organization of Craft Production and Interregional Exchange at Teotihuacan. En K. G. Hirth & J. Pillsbury (Eds.), *Merchants, markets and Exchange in the Pre-Columbian World* (pp. 113-140).
- Carroll, R. (1963). Color-Direction symbolism: An example of Mexican-Southwestern Contacts. *América Indígena*, 23(1), 49-60.
- Casanova González, E. (2012). *Espectroscopías Raman y SERS en el estudio del patrimonio cultural mexicano*. UNAM.
- Caso, A. (1942). El paraíso terrenal en Teotihuacan. *Cuadernos Americanos*, 1(6), 127-136.
- Caso, A. (1981). La pintura mural en Mesoamérica. En P. Westheim, R. Piña Chan, & I. Groth (Eds.), *Cuarenta siglos de arte mexicano, Vol. 1*. Mexico: Porrúa.
- Chukanov, N. V. (2014). *Infrared spectra of mineral species* (Vol. 1). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7128-4>
- Clark, R. J. H. (2002). Pigment identification by spectroscopic means : an arts / science interface. *Comptes Rendus Chimie*, 5(1), 7-20. [https://doi.org/S1631-0748\(02\)01341-3](https://doi.org/S1631-0748(02)01341-3)
- Costin, C. L. (1991). Craft specialization: Issues in defining, documenting, and explaining the organization of production. *Archaeological Method and Theory*, 3, 1-56.
- Costin, C. L. (1996). Craft production and mobilization strategies in the Inka Empire. En B. Wailers (Ed.), *Craft Specialization and Social Evolution: in Memory of V. Gordon Childe* (pp. 212-225). Philadelphia: University Museum Of Archaeology and Anthropology,.
- Costin, C. L. (1998). Introduction: Craft and social identity. *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*, 8(1), 3-16.
- Costin, C. L. (2001). Craft Production Systems. En G. M. Feinman & T. D. Price (Eds.), *Archaeology at the Millennium: A Sourcebook* (pp. 273-327). Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-72611-3>
- Costin, C. L. (2004). Craft Economies of Ancient Andean States. En M. G. Feinman & L. M. Nicholas (Eds.), *Archaeological Perspectives on Political Economies* (Inquiry, F, pp. 189- 223). Recuperado a partir de <http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip048/2003018795.html> Costin, C. L. (2005). Craft Production. En H. Maschner (Ed.), *Handbook of Methods in*

- Archaeology* (pp. 1032-1105). AltaMira Press.
- Costin, C. L. (2008). Thinking about Production: Phenomenological Classification and Lexical Semantics. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, 17(1), 143-162. <https://doi.org/10.1525/ap3a.2007.17.1.143>
- Cowgill, G. L. (1983). Rulership and the Ciudadela. Political Inferences from Teotihuacan Architecture. En L. R. & A. Kolata (Eds.), *Civilization in Ancient Americas: Essays in Honor of Gordon R. Willey* (pp. 313-343). University of New Mexico Press.
- Cowgill, G. L. (1997). State and Society at Teotihuacan, Mexico. *Annual Review of Anthropology* VO - 26, 129. Recuperado a partir de <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.2952518&lang=es&site=eds-live>
- Crockrell, B., Ruvalcaba Sil, J. L., Ortíz Díaz, E. M. (2014). For whom the bells fall: metals from the cenote sagrado, Chichén Itzá. En *Archaeometry*, 57, 977–995
- De Campos Vidal, B., & Mello, M. L. S. (2011). Collagen type I amide I band infrared spectroscopy. *Micron*, 42(3), 283-289. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2010.09.010>
- Delgado Robles, A., Ruvalcaba Sil, J. L., Pieterian, C., Manrique Ortega, M. D., Casanova González, E., Maynez Rojas, M. A., Cuevas García, M., García Castillo, S. (2015). Non-destructive in situ spectroscopic analysis of greenstone objects from royal burial offerings of the Mayan Site of Palenque Mexico. En *Heritage Science*, 3:20
- Doerner, M. (2011). *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. (T. Hoppe, Ed.) (6.ª ed.). Barcelona: Editorial Reverté.
- Doménech-Carbó, A., Doménech-Carbó, M. T., Vidal-Lorenzo, C., Vázquez de Agredos-Pascual, M. L., Osete-Cortina, L., & Valle-Algarra, F. M. (2014). Discovery of indigoid-containing clay pellets from La Blanca: Significance with regard to the preparation and use of Maya Blue. *Journal of Archaeological Science*, 41, 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.08.007>
- Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T., & de Agredos Pascual, M. L. V. (2007). Electrochemical monitoring of indigo preparation using Maya's ancient procedures. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 11(9), 1335-1346.

<https://doi.org/10.1007/s10008-007-0296-2>

- Doménech, A., Doménech-Carbó, M. T., & Vázquez de Agredos Pascual, M. L. (2007). Indigo/Dehydroindigo/Palygorskite Complex in Maya Blue: An Electrochemical Approach. *The Journal of Physical Chemistry C*, *111*(12), 4585-4595. <https://doi.org/10.1021/jp067369g>
- Doménech Carbó, A., Doménech Carbó, M. T., & Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2009). Correlation between spectral, SEM/EDX, and electrochemical properties of maya blue. A chemometric study. *Archaeometry*, *51*(6), 1015-1034. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2009.00453.x>
- Doménech Carbó, M. T., Vázquez de Agredos Pascual, M. L., Osete Cortina, L., Doménech Carbó, A., Guasch Ferré, N., Manzanilla Naim, L. R., & Vidal Lorenzo, C. (2012). Characterization of prehispanic cosmetics found in a burial of the ancient city of Teotihuacan (Mexico). *Journal of Archaeological Science*, *39*(4), 1043-1062. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.001>
- Domenici, D., Buti, D., Milliani, C., Brunetti, B., Sgamelloti, A. (2014). The Colours of Indigenous Memory: Non-invasive Analyses of Pre-Hispanic Mesoamerican Codices. En A. Sgamellotti, B. Brunetti, and C. Miliani (eds.) *Science and Art: The Painting Surface*, (pp. 94–119). Royal Society of Chemistry, London
- Domingo, I., García-Borja, P., & Roldán, C. (2012). Identification, processing and use of red pigments (hematite and cinnabar) in the valencian early neolithic (Spain). *Archaeometry*, *54*(5), 868-892. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00650.x>
- Domínguez Carrasco, M. R., Folan, W. J., Villegas, P., Espinosa Pesqueira, M. (2012). análisis de pigmentos prehispánicos mayas por medio de técnicas analíticas. En S. Ladrón de Guevara, L. Budar, R. Luna Gómez (coords.) *Haciendo arqueología. Teoría, métodos y técnicas*, (pp 113-130). México: Universidad Veracruzana
- Dupey García, E. (2004). Lenguaje y Color en la cosmovisión de los antiguos nahuas. *Revista de cultura científica*, *74*, 20-31.
- Earle, T. (1981). Evolution of Specialized Pottery Production: A Trial Model [and Comments and Reply] Evolution of Specialized Pottery Production: A Trial Model'. *Current*

- Anthropology*, 22(3), 219-240. Recuperado a partir de <http://www.jstor.org/stable/2742199>  
<http://about.jstor.org/terms>
- Espinosa, G. (2010). *El arte en Teotihuacan*. Mexico: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Flad, R. K., & Hruby, Z. X. (2007). «Specialized» production in archaeological contexts: Rethinking specialization, the social value of products, and the practice of production. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, 17(1), 1-19. <https://doi.org/10.1525/ap3a.2007.17.1.1.2>
- Flannery, K. V. (1998). The Ground Plans of Archaic States. En G. M. Feinman & J. Marcus (Eds.), *Archaic States* (pp. 15-59). Santa Fe: School of American Research Press.
- Froese, T., Gershenson, C., & Manzanilla, L. R. (2014). Can government be self-organized? A mathematical model of the collective social organization of ancient Teotihuacan, Central Mexico. *PLoS ONE*, 9(10), e109966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109966>
- Gamio, M. (1922). *La población del Valle de Teotihuacán, tomo I (Vol. Primero)*. México: Talleres Gráficos de la Nación de la Secretaria de Educación Pública.
- García Cook, A. (1967). *Análisis tipológico de artefactos*. Mexico: INAH.
- Gazzola, J. (1995). *L'utilisation du cinabre dans la zone maya*. Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Paris.
- Gazzola, J. (2000). *Los usos el cinabrio en Teotihuacan, México*. Panthéon-Sorbonne I.
- Gazzola, J. (2005). La producción lapidaria en Teotihuacan: estudio de las actividades productivas en los talleres de un conjunto habitacional. En M. E. Ruiz Gallut (Ed.), *Arquitectura y urbanismo: pasado y presente de los espacios en Teotihuacan: Memoria de la Tercera Mesa Redonda de Teotihuacan* (pp. 841-878). México: INAH.
- Gialanella, S., Girardi, F., Ischia, G., Lonardelli, I., Mattarelli, M., & Montagna, M. (2010). On the goethite to hematite phase transformation. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 102(3), 867-873. <https://doi.org/10.1007/s10973-010-0756-2>
- Gómez Chávez, S. (1998). Nuevos datos sobre la relación de Teotihuacan y el Occidente de México. En *Antropología e Historia del Occidente de México, XXIV Mesa Redonda de la*

- Sociedad Mexicana de Antropología*. México: SMA-UNAM.
- Gómez Chávez, S. (2000). *La Ventilla. Un barrio de la antigua ciudad de Teotihuacan*. ENAH.
- Gómez Chávez, S. (2012). Structure and Organization of Neighborhoods in the Ancient City of Teotihuacan. Structure and Organization of Neighborhoods in the Ancient City of Teotihuacan. En M. C. Arnaud, L. R. Manzanilla Naim, & M. E. Smith (Eds.), *The neighborhood as a social and spatial unit in Mesoamerican cities* (pp. 74-102). Tucson: The University of Arizona Press.
- Gómez Chávez, S., & Gazzola, J. (2011). La producción lapidaria y malacológica en la mítica Tollan-Teotihuacan. En L. R. Manzanilla Naim & K. G. Hirth (Eds.), *Producción artesanal y especializada en Mesoamérica. Áreas de actividad y procesos productivos* (pp. 87-131). Mexico: INAH-UNAM.
- Gordon Childe, V. (1951). *Social Evolution*. New York: H. Schuman.
- Hirth, K. (2011). Introducción. La naturaleza e importancia de la producción artesanal. En L. Manzanilla Naim & K. Hirth (Eds.), *Producción artesanal y especializada en Mesoamérica. Áreas de actividad y procesos productivos* (pp. 13-29). Ciudad de México: INAH-UNAM.
- Houston, S. (2009). *Veiled Brightness. A History of Ancient Maya Color*. Austin: University of Texas Press.
- Hurst, H. (2016). *Murals and the Ancient Maya Artist*. Yale University.
- Inomata, T. (2001). The Power and Ideology of Artistic Creation. *Current Anthropology*, 42(3), 321-349. <https://doi.org/10.1086/320475>
- Inomata, T. (2008). Knowledge and Belief in Artistic Production by Classic Maya Elites. *Archeological Papers of the American Anthropological Association*, 17(1), 129-141. <https://doi.org/10.1525/ap3a.2007.17.1.129>
- Jarquín, M., & Martínez, E. (1982). Las excavaciones en el conjunto 1D. En R. Cabrera Castro, N. Morelos García, & I. Rodríguez (Eds.), *Memoria del proyecto arqueológico Teotihuacan 80-82* (pp. 89-126). México: INAH-SEP.
- Jarquín Pacheco, A. M. (2002). *El Conjunto Norte y Lado Este de La Ciudadela: análisis de contextos arqueológicos del periodo Clásico desde la perspectiva de la Etnohistoria*.

UNAM.

- Klein, C., & Hurlburt Jr, C. S. (2006). *Manual de Mineralogía*. (C. Klein & C. S. Hurlburt Jr, Eds.) (J. Dana). Barcelona: Editorial Reverté.
- Krotser, P., & Rattray, E. C. (1980). Manufactura y distribución de tres grupos cerámicos de Teotihuacan. *Anales de Antropología*, 17, 91-104.
- Kubler, G. (1972). La iconografía del arte de Teotihuacan. En A. Ruz Lhuillier (Ed.), *Teotihuacan. XI mesa Redonda1* (pp. 69-87). México: Sociedad Mexicana de Antropología.
- Lafuente, B., Downs, R. T., Yang, H., & Stone, N. (2015). The power of databases: the RRUFF project. En T. Armbruster & R. M. Danisi (Eds.), *Highlights in mineralogical crystallography* (W. De Gruy, pp. 1-30). Berlin. Recuperado a partir de <http://rruff.info/about/downloads/HMC1-30.pdf>
- Lizárraga, Y., & Ortiz Butrón, A. (1993). Hacia una reinterpretación de los "pulidores de estuco". En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Anatomía de un conjunto residencial teotihuacano en Oztoyahualco, Vol. 1, Las excavaciones* (pp. 468-493). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Lombardo de Ruiz, S. (1996). El estilo teotihuacano en la pintura mural. En B. De la Fuente (Ed.), *La pintura mural prehispánica en México. Teotihuacan* (2006.<sup>a</sup> ed., pp. 3-64). Mexico: Instituto de investigaciones Estéticas, UNAM.
- López Austin, A., Romero Galvan, J. R., Martiñ ez Mariñ , C., & Doniz, R. (1989). *Teotihuacán. El Equilibrista*. Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=d43eb8fd-9fe9-4cff-8084-ea2c683faff2%40sessionmgr102&hid=112&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3D%3D#AN=lib.MX001000478477&db=cat02025a>
- López Luján, L., Fash, B., Fash, W. L., & Hernández, P. (2006). El poder de las imágenes : esculturas antropomorfas y cultos de elite en Teotihuacan. *Arqueología e historia en el centro del México. Homenaje a Eduardo Matos Moctezuma*, 171-201. Recuperado a partir de <internal-pdf://82.190.6.233/Poder.pdf>
- López Luján, L., Ruvalcaba Sil, J. L. (2015). El oro de Tenochtitlan: la colección arqueológica

- del Proyecto Templo Mayor. *Estudios de Cultura Náhuatl*, 49, 7-57
- Magaloni Kerpel, D. (1994). *Metodología para el análisis de la técnica pictórica mural prehispánica: el Templo Rojo de Cacaxtla*. México: INAH, Colección científica.
- Magaloni Kerpel, D. (1995). Técnicas de la pintura mural en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana*, III(16), 16-24.
- Magaloni Kerpel, D. (1996a). El espacio pictórico teotihuacano. En B. de la Fuente (Ed.), *La pintura mural prehispánica en México. I Teotihuacan* (pp. 187-225). Mexico: UNAM.
- Magaloni Kerpel, D. (1996b). Teotihuacán: un recorrido temporal a través del microscopio. *La pintura Mural Prehispánica en México*, 5, 23-26.
- Magaloni Kerpel, D. (1998). El arte en el hacer: técnicas de pintura mural. En M. T. Uriarte (Ed.), *Fragmentos del Pasado: Murales prehispánicos* (pp. 88-109). México: Instituto de investigaciones Estéticas, UNAM.
- Magaloni Kerpel, D. (2003). Teotihuacan: El lenguaje del color. En G. Roque (Ed.), *El color en el arte mexicano* (pp. 163-204). México: Instituto de investigaciones Estéticas, UNAM.
- Mairinger, F. (2004). UV, IR and X-ray imaging. *Non-destructive microanalysis of cultural heritage materials*, 42, 15-71.
- Mannoni, T., & Ginnichedda, E. (2007). *Arqueología. Materias, Objetos y producciones*. Barcelona: Ariel Prehistoria.
- Manzanilla Naim, L. R. (1985). El sitio de Cuanalan en el marco de las comunidades pre urbanas del Valle de Teotihuacan. En J. Monjarás, E. Pérez, & R. Brambila (Eds.), *Mesoamérica y el Centro de México* (pp. 133-178). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Manzanilla Naim, L. R. (1986). Introducción. En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad* (pp. 9-21). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R. (1992). The economic organization of the Teotihuacan priesthood: hypotheses and considerations. En J. C. Berlo (Ed.), *Art, Ideology, and the City of Teotihuacan* (pp. 321-338). Washington D.C.: Dumbarton Oaks Research Library and Collections, Washington.

- Manzanilla Naim, L. R. (1993). *Anatomía conjunto residencial teotihuacano en Oztoyahualco*. 2 Vols.
- Manzanilla Naim, L. R. (1996). Corporate Groups and Domestic Activities at Teotihuacan. *Latin American Antiquity*, 7, 228-246.
- Manzanilla Naim, L. R. (2001). Gobierno corporativo en Teotihuacan: una revisión del concepto palacio aplicado a la gran urbe prehispánica. *Anales de Antropología*, 35(2001), 157-190. Recuperado a partir de <http://revistas.unam.mx/index.php/antropologia/article/download/14894/14192>
- Manzanilla Naim, L. R. (2002). Gobierno corporativo en Teotihuacan: una revisión del concepto «palacio» aplicado a la gran urbe prehispánica. *Anales de Antropología*, 35, 157-190.
- Manzanilla Naim, L. R. (2003a). El proceso de abandono en Teotihuacan y su recuperación por grupos epiclásicos. *Trace: Abandono de asentamientos prehispánicos*, 43, 70-76.
- Manzanilla Naim, L. R. (2003b). The Abandonment of Teotihuacan. En T. Inomata & R. W. Webb (Eds.), *The Archaeology Settlement, and Abandonment in Middle America* (pp. 91-101). Salt Lake City: The University of Utah Press.
- Manzanilla Naim, L. R. (2004). Informe Técnico Quinta Temporada de Campo: 2003. Proyecto «Teotihuacan: Elite y Gobierno», Excavación en Xalla, Sitio Xalla. México: UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R. (2006a). Estados Corporativos Arcaicos. Organizaciones de Excepción En Escenarios Excluyentes. *Cuicuilco*, 13(36), 13-45.
- Manzanilla Naim, L. R. (2006b). La producción artesanal en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana*, XIV, 28-35.
- Manzanilla Naim, L. R. (2007). La zona del Altiplano central en el Clásico. En L. R. Manzanilla & L. López Luján (Eds.), *Historia Antigua de México. EL horizonte Clasico. Vol.2* (Segunda, pp. 204-258). México, D.F.: INAH-UNAM-Miguel Ángel Porrúa.
- Manzanilla Naim, L. R. (2008). La iconografía del poder en Teotihuacan. En G. Olivier (Ed.), *Símbolos de Poder en Mesoamérica* (pp. 111-131). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Manzanilla Naim, L. R. (2009a). Corporate Life in Apartment and Barrio Compounds at

- Teotihuacan, Central Mexico. En L. R. Manzanilla & C. Chapdelaine (Eds.), *Domestic Life in Prehispanic Capitals A Study of Specialization, Hierarchy, and Ethnicity* (pp. 21-43). Ann Arbor: The University of Michigan Museum of Anthropology.
- Manzanilla Naim, L. R. (2009b). La unidad doméstica y las unidades de producción. Propuesta interdisciplinaria de estudio. En N. M. Robles (Ed.), *Bases de la complejidad social en Oaxaca. Memoria de la Cuarta Mesa Redonda* (p. 64). INAH.
- Manzanilla Naim, L. R. (2009c). Los palacios de teotihuacan. *Les Dossiers de l'Archéologie Teotihuacan*, 20-23.
- Manzanilla Naim, L. R. (2011a). Metrópolis prehispánicas e impacto ambiental: el caso de Teotihuacan a través del tiempo. En M. Caballero & B. Ortega Guerrero (Eds.), *Escenarios de cambio climático: Registros del Cuaternario en América Latina* (pp. 55-74). México: UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R. (2011b). Sistemas de control de mano de obra y del intercambio de bienes suntuarios en el corredor teotihuacano hacia la costa del Golfo en el Clásico. *Anales de Antropología*. Recuperado a partir de <http://revistas.unam.mx/index.php/antropologia/article/view/27966>
- Manzanilla Naim, L. R. (2012a). *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopanaczo en Teotihuacan*. Mexico, D.F.: UNAM, Coordinación de Humanidades, Coordinación de la Investigación Científica.
- Manzanilla Naim, L. R. (2012b). Neighborhoods and Elite «Houses» at Teotihuacan, Central Mexico. En M. C. Arnaud, L. R. Manzanilla Naim, & M. E. Smith (Eds.), *The neighborhood as a social and spatial unit in Mesoamerican cities* (pp. 55-74). Tucson: The University of Arizona Press.
- Manzanilla Naim, L. R. (2013). *Informe técnico parcial de la octava temporada de excavaciones en Xalla (noviembre 2012- enero 2013)*. Proyecto «Teotihuacan: Elite y Gobierno», *Excavación en Xalla*,. México: UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R. (2014a). *Informe técnico parcial de la novena temporada de excavaciones en Xalla (diciembre 2013- febrero 2014)*. Proyecto «Teotihuacan: Elite y Gobierno», *Excavación en Xalla, Sitio Xalla*. México.

- Manzanilla Naim, L. R. (2014b). Metrópolis prehispánicas e impacto ambiental: el caso de Teotihuacan a través del tiempo. En M. Caballero & B. Ortega Guerrero (Eds.), *Escenarios de cambio climático: Registros del Cuaternario en América Latina I* (pp. 287-321). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Manzanilla Naim, L. R., Bokhimi, X., Tenorio, D., Jiménez-Reyes, M., Rosales, E., Martínez, C., & Winter, M. (2017). Procedencia de la mica de Teotihuacan: control de los recursos suntuarios foráneos por las élites gobernantes. *Anales de Antropología*, 51(1), 23-38. <https://doi.org/10.1016/j.antro.2016.09.001>
- Manzanilla Naim, L. R., López, L., & Fash, W. L. (2005). Cómo definir un palacio en Teotihuacan. *Arquitectura y urbanismo: pasado y presente de los espacios en Teotihuacan. Memoria de la tercera mesa redonda de Teotihuacan*, 185-210.
- Manzanilla Naim, L. R., & Lopez Lujan, L. (2002). *Informe Técnico Tercera Temporada de Campo: 2001-2. Proyecto «Teotihuacan: Elite y Gobierno», Excavación en Xalla, Sitio Xalla*. México: INAH-UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R., & López Luján, L. (2001a). Exploraciones en un posible palacio de Teotihuacan: el Proyecto Xalla (2000-2001). *Mexicon. Aktuelle Informationen und Studien zu Mesoamerika*, XXIII (3)(January), 58-61.
- Manzanilla Naim, L. R., & López Luján, L. (2001b). *Informe Técnico Segunda Temporada de Campo: 2001-1. Proyecto «Teotihuacan: Elite y Gobierno», Excavación en Xalla, Sitio Xalla*. México: INAH-UNAM.
- Manzanilla Naim, L. R., Valadez Azúa, R., Rodríguez Galicia, B., Pérez Roldán, G., Velázquez Castro, A., & Valentín, N. (2011). Producción de adornos y atavíos del poder en Teotihuacan. En *Memoria 2009* (pp. 323-352). México: El Colegio Nacional.
- Manzanilla Naim, L. R., Valadez Azúa, R., Rodríguez Galicia, B., Pérez Roldán, G., Velázquez Castro, A., Zúñiga, B., & Valentín, N. (2011). Producción de atavíos y tocados en un centro de barrio de Teotihuacan: el caso de Teopancazco. En L. R. Manzanilla Naim & K. G. Hirth (Eds.), *La producción artesanal y especializada en Mesoamérica: áreas de actividad y procesos productivos* (pp. 59-85). México: INAH-UNAM.
- Marquina, I. (1990). *Arquitectura prehispánica*. Instituto Nacional de Antropología e Historia,

Secretaría de Educación Pública. Recuperado a partir de <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=a294cadc-37f8-454d-9382-8a1355473011%40sessionmgr102&hid=111&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3D%3D#AN=lib.MX001000892534&db=cat02025a>

- Martínez García, C., Ruvalcaba, J. L., Ontalba, J. L., & Manzanilla Naim, L. R. (2002). Caracterización mediante haces de panículas: Estudios interdisciplinarios de pintura mural teotihuacana. En P. Krieger (Ed.), *Arte y Ciencia. XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte* (pp. 239-265). México: Instituto de investigaciones Estéticas, UNAM.
- Martínez García, C., Ruvalcaba Sil, J. L., Manzanilla Naim, L. R., & Riquelme, F. (2012). Teopancazco y su pintura. Aplicación de técnicas analíticas PIXE, MEB-EDX DRX, FTIR y Raman. En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan* (pp. 165-210). UNAM.
- McClung de Tapia, E. (1977). *Plants and subsistence in the Teotihuacan Valley AD 100-750. A disertation*. Michigan University.
- Melgar Tisoc, E. (2012). La lapidaria de Teopancazco: Composición y manufactura. En L. R. Manzanilla (ed.) *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan*, (pp. 241-262). México: UNAM-Coordinación de Humanidades-Coordinación de la Investigación Científica
- Melgar Tisoc, E, Solís Ciriaco, R. & González Licón, E. (2010). *Producción de bienes de prestigio ornamentales y votivos de la América antigua*. México: Syllaba Press, Serie Arqueología Mesoamericana.
- Miller, A. (1973). *The Mural Painting of Teotihuacan*. Washington D.C.: Harvard University.
- Milliani, C., Domenici, D., Clementi, C., Preciutti, D., Rosi, F., Buti, D., Romani, A., Laurencich Minelli, L., Sgamelloti, A. (2012). Colouring Materials of Pre-Columbian Codices: Non-invasive In Situ Spectroscopic Analysis of the Codex Cospì. *Journal of Archaeological Science*, 39:672–679
- Millon, C. (1972). The history of mural art at Teotihuacan. En A. Ruz Lhuillier (Ed.), *Teotihuacan. XI mesa Redonda* (pp. 1-17). México: Sociedad Mexicana de Antropología.
- Millon, C. (1973). Painting, Writing, and Polity in Teotihuacan, Mexico. *American Antiquity*,

38(3), 294. <https://doi.org/10.2307/279716>

- Millon, R. (1973). *Urbanization at Teotihuacan. Mexico, 1. The Teotihuacan Map*. Austin: University of Texas Press.
- Millon, R. (1981). *Teotihuacan, City State and Civilization*. Austin: University of Texas Press.
- Mooser, F. (1968). Geología, naturaleza y desarrollo del valle de Teotihuacan. En J. L. Lorenzo (Ed.), *Materiales para la arqueología de Teotihuacan* (pp. 29-37). México: INAH.
- Morelos García, N. (1982). Zona central del Complejo Calle de Los Muertos. En R. Cabrera Castro, N. Morelos García, & I. Rodríguez (Eds.), *Memorias del proyecto arqueológico Teotihuacan 1980- 1982* (pp. 217-317). México.
- Morelos García, N. (1985). *Proceso de producción de espacios y estructuras en Teotihuacan. Conjunto Plaza oeste y complejo Calle de las Muertos*. ENAH.
- Múnera Bermúdez, L. C. (1985). *Un taller de cerámica ritual en la Ciudadela, Teotihuacan*. ENAH.
- Murakami, T. (2010). *Power relations and urban landscape formation: A study of construction labor and resources at teotihuacan*. Arizona State University.
- Murakami, T. (2015). Replicative construction experiments at Teotihuacan, Mexico: Assessing the timing and duration of monumental contraction. *Journal of Field Archaeology*, 40, 262-283.
- Murakami, T. (2016). Materiality, regimes of value, and the politics of craft production, exchange, and consumption: A case of lime plaster at Teotihuacan, Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology*, 42, 56-78. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.03.003>
- Newman, R. & Derrick, M. (2012). Analytical Report of the Pigments and Binding Materials Used on the Beinecke Map. En Mary E. Miller, and Barbara E. Mundy (eds.) *Painting a Map of Sixteenth-Century Mexico City*, (pp. 91–100). Yale University Press, New Haven and London
- Nichols, D. L. (2016). Teotihuacan. *Journal of Archaeological Research*, 24(1), 1-74. <https://doi.org/10.1007/s10814-015-9085-0>
- Ortega-Avilés, M., San-Germán, C. M., Mendoza-Anaya, D., Morales, D., & José-Yacamán, M. (2001). Characterization of mural paintings from Cacaxtla. *Journal of Materials Science*,

- 36(9), 2227-2236. <https://doi.org/10.1023/A:1017504419218>
- Ortega Castro, V. (2014). *La presencia oaxaqueña en la ciudad de Teotihuacan durante el Clásico*. UNAM.
- Ortíz Ruíz, S., Goguitchaichvili, A., Morales, J. (2015). Sobre la edad de los hornos de cal en el área maya. *Arqueología Iberoamericana*, 28, 9-15
- Panczner, W. D. (1987). *Minerals of Mexico*. Boston, MA: Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5848-1>
- Parsons, J. R. (1974). The Development of a Prehistoric Complex Society: A Regional Perspective from the Valley of Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 1(1/2), 81. <https://doi.org/10.2307/529707>
- Pascual, M. L. V. de Á., Carbó, M. T. D., & Carbó, A. D. (2011). Characterization of Maya Blue pigment in pre-classic and classic monumental architecture of the ancient pre-Columbian city of Calakmul (Campeche, Mexico). *Journal of Cultural Heritage*, 12(2), 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2009.12.002>
- Pasztory, E. (1988). A reinterpretation of Teotihuacan and its mural tradition. En K. Berrin (Ed.), *Feathered Serpents and Flowering Trees. Reconstructin the murals of Teotihuacan* (pp. 45-77). San Francisco: The fine Arts Museums of San Francisco.
- Pasztory, E. (1992). Abstraction and the rise of an Utopian State at Teotihuacan. En J. Berlo (Ed.), *Art, ideology and the City of Gods* (pp. 281-320). Washington D.C.: Dumbarton Oaks.
- Pasztory, E. (1997). *Teotihuacan: An experiment in Living*. University of Oklahoma Press.
- Paulinyi, Z. (1986). Capitals in Pre-aztec Central Mexico. *Acta orientalia Academiae Scientiarum Hung*, XXXV(2-3), 315-350.
- Paulinyi, Z. (2001). Los señores con tocado de borlas: Un estudio sobre el Estado teotihuacano. *Ancient Mesoamerica*, 12(1), 1-30.
- Peacock, D. P. S. (1982). *Pottery in the roman world: an ethnoarchaeological approach*. London: Lognman.
- Pecci, A., Miriello, D., Barca, D., Crisci, G. M., De Luca, R., Ortíz, A., Manzanilla, L. R., Blancas, J., Barba, L. (2016). Identifying a technological style in the making of lime plasters at

- Teopancazco (Teotihuacan, México). *Journal of Archaeological and Anthropological Science* doi:10.1007/s12520-016-0352-x.
- Peñuelas Guerrero, G., Jiménez Cosme, I., Tapia López, P., Ruvalcaba Sil, J. L., Arenas, J., Lemoine, A., Conteras Vargas, J., Ruiz Portilla, P., Rivero Torres, S. (2012). Technical Study of a set of Metallic Artifacts from the Maya Site of Lagartero, Chiapas, Mexico. *MRS Proceedings, 1374*, 125-135
- Pérez Roldán, G. (2005). *El estudio de la industria del hueso trabajado: Xalla, un caso teotihuacano*. ENAH.
- Pérez Roldán, G. (2013). *La producción artesanal vista a través de los objetos de hueso en Teotihuacan (100 d.C. AL 650 d.C.)*. UNAM.
- Piperno, D. R. (2006). *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. AltaMira Press. Recuperado a partir de [https://books.google.com.mx/books/about/Phytoliths.html?id=EutWMHnJPzQC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Phytoliths.html?id=EutWMHnJPzQC&redir_esc=y)
- Plunket, P. (Ed.). (2002). *Domestic ritual in ancient Mesoamerica*. Cotsen Institute of Archaeology, University of California. Recuperado a partir de <https://escholarship.org/uc/item/82s3x2bh>
- Plunket, P., & Blanco, M. (1979). Teotihuacan y el Valle de Atlixco, 120-132.
- Plunket, P., & Uruñuela, G. (1998). Preclasic household patterns preserved under volcanic ash at Tetimpa, Puebla, Mexico. *Latin American Antiquity, 9*, 287-309.
- Plunket, P., & Uruñuela, G. (2000). The archaeology of a plinian eruption of the Popocatepetl volcano. En W. G. McGuire (Ed.), *The archaeology of geological catastrophes* (pp. 195-203). London: Geological Society.
- Prieto, G., Wright, V., Burger, R. L., Cooke, C. A., Zeballos-Velasquez, E. L., Watanave, A., ... Suescun, L. (2016). The source, processing and use of red pigment based on hematite and cinnabar at Gramalote, an early Initial Period (1500–1200cal. B.C.) maritime community, north coast of Peru. *Journal of Archaeological Science: Reports, 5*, 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.10.026>
- Rattray, E. C. (1977). Seriación cerámica Teotihuacana. *Anales de Antropología, 14*(1), 37-48.

- Rattray, E. C. (1987a). Evidencia cerámica de la caída del Clásico en Teotihuacan. En D. Brockington & J. Mountjoy (Eds.), *Auge y Caída del Clásico en el México central* (pp. 77-85). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Rattray, E. C. (1987b). *Informe final al INAH sobre las temporadas 1983, 1984, 1985 en el Barrio de los comerciantes*. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Rattray, E. C. (1989). El barrio de los comerciantes y el conjunto de Tlamimilolpa: un estudio comparativo. *Arqueología*, 5, 105-109.
- Rattray, E. C. (1991). Fechamientos por radiocarbono en Teotihuacan. *Arqueología*, 6, 3-18.
- Rattray, E. C. (1992). *The Oaxaca Barrio at Teotihuacan*. Puebla: Publicaciones de la UDLA Puebla.
- Rattray, E. C. (2001). *Teotihuacan. Cerámica, cronología y tendencias culturales*. México: INAH-Universidad de Pittsburg.
- Reyes Espinosa, A. (2013). La producción especializada de concha de Kohunlich, Quintana Roo. En A. Velázquez Castro & L. S. Lowe (eds.) *Técnicas analíticas aplicadas a la caracterización y producción de materiales arqueológicos en el área maya*, (pp. 67-95). México UNAM,.
- Rifkin, R. F., Prinsloo, L. C., Dayet, L., Haaland, M. M., Henshilwood, C. S., Diz, E. L., ... Kambombo, F. (2016). Characterising pigments on 30000-year-old portable art from Apollo 11 Cave, Karas Region, southern Namibia. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 5, 336-347. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.11.028>
- Rodríguez-Yc, J. R. (2013). *La molienda en Mesoamérica, formas, funciones , usos y manufactura de los instrumentos.Un estudio etnoarqueológico en México*. Universitat de Barcelona.
- Rodríguez Ceja, M. G., Soler-Arechalde, A. M., Morales, J. J., & Goguitchaichvili, A. (2012). Estudios de arqueointensidad y propiedades magnéticas de cerámicas teotihuacanas. Una aportación a la cronología de Mesoamérica. En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopanazco en Teotihuacan* (pp. 135-165). México: UNAM.
- Rodríguez Galicia, B., Valadez Azúa, R., & Martínez Mayén, M. (2017). Restos de cangrejo rojo

- (*Gecarcinus lateralis*) y cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), en el contexto arqueológico teotihuacano de Teopancazco. *TIP*, 20(1), 66-73. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2016.11.006>
- Roldán, C., Murcia-Mascarós, S., Ferrero, J., Villaverde, V., Lóopez, E., Domingo, I., ... Guillem, P. M. (2010). Application of field portable EDXRF spectrometry to analysis of pigments of Levantine rock art. *X-Ray Spectrometry*, 39(3), 243-250. <https://doi.org/10.1002/xrs.1254>
- Roldán, C., Villaverde, V., Ródenas, I., López, E., Domingo, I., Murcia, S., & Martínez, R. (2013). Análisis de pigmentos parietales de Arte Levantino de los abrigos del « Cingle de la Mola Remigia » ( Barranco de la Gasulla , Castellón ).
- Rosales de la Rosa, E. A. (2004). *Usos, manufactura y distribución de la mica en Teotihuacan*. ENAH.
- Rosales de la Rosa, E. A., & Manzanilla Naim, L. R. (2011). Producción, consumo y distribución de la mica en Teotihuacan. Presencia de un recurso alóctono en los contextos arqueológicos de dos conjuntos arquitectónicos: Xalla y Teopancazco. En L. R. Manzanilla Naim & K. G. Hirth (Eds.), *Producción artesanal y especializada en Mesoamérica. Áreas de actividad y procesos productivos* (pp. 131-153). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Rovira Morgado, R. (2009). Relaciones de poder y economía política en Teotihuacan: Investigaciones y orientaciones teóricas actuales. *Anales del Museo de America*, 16, 47-64.
- Ruiz Aguilar, M. E. (2007). Las piedras de moler de los altos orientales de Chiapas, México. *Anales de Antropología*, 41(1), 41-67.
- Ruvalcaba Sil, J. L., Manzanilla, L. R., Melgar, E., Lozano Santa Cruz, E. (2008). PIXE and ionoluminescence for Mesoamerican jadeite characterization. *X-Ray Spectrometry*, 37, 96-100
- Ruvalcaba Sil, J. L., Melgar Tisoc, E., Curado, J., Laclavetine, K., Calligaro, T. (2013). Caracterización de piedras verdes de las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan. En *Técnicas analíticas aplicadas a la caracterización y producción de materiales*

- arqueológicos en el área maya*, (pp. 163-179). México, UNAM
- Ruvalcaba Sil, J. L., Ramírez, D., Aguilar, V., Pizaco, F. (2010). SANDRA: A Portable XRF System for the Study of Mexican Cultural Heritage. En *X-Ray Spectrometry*, 39(5):338–345
- Ruvalcava Sil, J. L., Zetina, S., Calvo del Castillo, H., Arroyo, E., Hernández, H., Van der Meeren, M., Sotelo, L. (2007). The Grolier Codex: A Non Destructive Study of a Possible Maya Document Using Imaging and Ion Beam Techniques. En *Material Research Society Symposium Proceedings* 1047
- Sahagún, B. De. (2013). *Historia General de las Cosas de Nueva España*. Mexico: Editorial Porrúa.
- Sakr, A. A., Ghaly, M. F., Geight, E.-S. F., & Abdel-Haliem, M. E. F. (2016). Characterization of grounds, pigments, binding media, and varnish coating of the Angel Michael' icon, 18th century, Egypt. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 9, 347-357. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.08.039>
- Sánchez del Río, A., Doménech Carbó, M. T., Vázquez de Ágredos Pascual, M. L., Suárez, M., García Romero, E. (2011). The Maya Blue Pigment. En E. Galán, and A. Singer (eds.) *Developments in Palygorskite-Sepiolite Research*, (pp. 453–483). Elsevier, Oxford
- Sánchez Morton, L. S. (2013). *Los pigmentos del sitio 46C:N4E2. Su manufactura como evidencia de especialización artesanal*. ENAH.
- Sanders, W. T. (1965). *The Cultural Ecology of the Teotihuacan Valley: a preliminary Report of Result of the Teotihuacan Valley Project*. Department of Anthropology, Pennsylvania State University.
- Sanders, W. T. (1994). *The Teotihuacan Valley Project. Final Report*. Pennsylvania State University.
- Sanders, W. T., Parsons, J. R., & Santley, R. S. (1979). *The basin of Mexico. Ecological processes in the Evolution of a civilization*. New York.
- Schele, L. (1985). Color on Classic Maya Architecture and Monumental Sculpture of the Southern Maya Lowlands. En E. H. Boone (Ed.), *Painted Architecture and Polychrome Monumental Sculpture in Mesoamerica* (pp. 31-49). Washington D.C.: DUMBARTON OAKS.

- Sèjourné, L. (1959). *Un Palacio en la ciudad de los Dioses: exploraciones en Teotihuacan*. México: INAH.
- Sepúlveda, M., Gutierrez, S., Carcamo, J., Oyaneder, A., Valenzuela, D., Montt, I., & Santoro, C. M. (2015). In situ X-ray fluorescence analysis of rock art paintings along the coast and valleys of the Atacama Desert, Northern Chile. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 60(1), 2822-2826.
- Sinopoli, C. M. (1988). The Organization of Craft Production at Vijayanagara, South India. *American Anthropologist*, 90(3), 580-597. <https://doi.org/10.1525/aa.1988.90.3.02a00040>
- Smith, M. E. (2010). The archaeological study of neighborhoods and districts in ancient cities. *Journal of Anthropological Archaeology*, 29, 137-154.
- Smith, M. E., & Novic, J. (2012). Introduction: Neighborhoods and Districts in Ancient Mesoamerica. En M. C. Arnaud, L. R. Manzanilla Naim, & M. E. Smith (Eds.), *The neighborhood as a social and spatial unit in Mesoamerican cities* (pp. 1-27). Tucson: The University of Arizona Press.
- Socrates, G. (2001). *Infrared and Raman characteristic group frequencies. Tables and charts*. John Wiley and Sons LTD. <https://doi.org/10.1002/jrs.1238>
- Soler-Arechalde, A. M., Sánchez, F., Rodríguez, M., Caballero-Miranda, C., Goguitchaishvili, A., Urrutia-Fucugauchi, J., ... Tarling, D. H. (2006). Archaeomagnetic investigation of oriented pre-Columbian lime-plasters from Teotihuacan, Mesoamerica. *Earth Planets Space*, 58, 1-7. Recuperado a partir de [http://www.iiia.unam.mx/directorio/archivos/MANL510125/2006\\_Soler-Arechalde.pdf](http://www.iiia.unam.mx/directorio/archivos/MANL510125/2006_Soler-Arechalde.pdf)
- Soustelle, J. (1959). *Pensamiento cosmológico de los antiguos mexicanos: Representación del mundo y del espacio*. Puebla: Federación Estudiantil Poblana.
- Spence, M. W. (1967). The Obsidian Industry of Teotihuacán. *American Antiquity*, 32(4), 507-514. <https://doi.org/10.2307/2694078>
- Spence, M. W. (1984). Craft production and polity in early Teotihuacan. En K. G. Hirth (Ed.), *Trade and Exchange in Early Mesoamerica* (pp. 87-114). Albuquerque: University of New Mexico Press.

- Spence, M. W. (1986). Locational analysis of craft specialization areas in Teotihuacan. En B. L. Isaac (Ed.), *Research in Economic Anthropology, Supplement 2: Economic Aspects of Prehispanic Highland Mexico* (pp. 75-100). Greenwich: JAI Press.
- Sugiyama, S. (1993). Worldview Materialized in Teotihuacan, Mexico. *Latin American Antiquity*, 4(2), 103-129. <https://doi.org/10.2307/971798>
- Sugiyama, S. (2004a). Governance and polity at Classic Teotihuacan. En J. Hendon & R. M. Marcus (Eds.), *Mesoamerican Archaeology: Theory and Practice* (pp. 97-123). Malden: Blackwell Publishing.
- Sugiyama, S. (2004b). *Human Sacrifice, militarism and Rulership*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thompson, E. (1934). Sky bearers, colors and directions in Maya and Mexican religión. *Contributions to American Archaeology*, 2(10), 209-242.
- Torres Montes, L. (1972). Materiales y técnicas de la pintura mural de Teotihuacán. En A. Ruz Lhuillier (Ed.), *Teotihuacan. XI mesa Redonda* (pp. 17-42). México: Sociedad Mexicana de Antropología.
- Tosi, M. (1984). The Notion of Craft Specialization and Its Representations in the Archaeological Record of Early States in the Turanian Basin. En M. Spriggs (Ed.), *Marxist Perspectives in Archaeology* (pp. 22-52). Cambridge: Cambridge University Press.
- Trellisó Carreño, L. (2001). La Acción del fuego sobre el cuerpo humano : La Antropología Física y el análisis de las cremaciones antiguas. *Cypselia*, 13, 89-100.
- Turner, M. (1988). The lapidaries of Teotihuacan, Mexico. En E. McClung de Tapia & E. C. Rattray (Eds.), *Teotihuacan: nuevos datos, nuevas síntesis, nuevos problemas* (pp. 465-471). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Vahur, S., Teearu, A., & Leito, I. (2010). ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 550-230 cm<sup>-1</sup> for identification of inorganic pigments. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 75(3), 1061-1072. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2009.12.056>
- Vahur, S., Teearu, A., Peets, P., Joosu, L., & Leito, I. (2016). ATR-FT-IR spectral collection of conservation materials in the extended region of 4000-80 cm<sup>-1</sup>. *Analytical and*

*Bioanalytical Chemistry*, 408(13), 3373-3379. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9411-5>

Van der Leeuw, S. (1977). Towards a study of the economics of pottery making. En B. L. Beek, R. W. Brant, & W. Guenman van Watteringe (Eds.), *Ex Horreo* (pp. 68-76). Amsterdam: Giffen instituut voor Prae en Protohistorie.

Vázquez de Ágredos, M. L., & Manzanilla, L. R. (2016). Corporate Paint and Ancient Pharmaceutical Mixtures from Teotihuacan: the Teopanazco Neighborhood Center. *International Journal of Pharmacovigilance*, (December).

Vázquez de Ágredos, M. L., Manzanilla, L. R., & Vidal Lorenzo, C. (2012). Antiguas esencias aromáticas y cosméticos funerarios del barrio multiétnico de Teopanazco. En *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopanazco en Teotihuacan* (Instituto, pp. 195-216). Mexico, D.F.

Vázquez de Ágredos, M. L., Vidal Lorenzo, C., & Muñoz Cosme, G. (2013). Pigmentos locales e importados en la decoración mural de los palacios de la Acrópolis de La Blanca: caracterización científica e interpretación. En A. Velázquez Castro & L. S. Lowe (Eds.), *Técnicas Analíticas Aplicadas a la Caracterización y Producción de Materiales Arqueológicos en el Área Maya* (pp. 11-31). México: UNAM.

Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2003). Desde el estudio técnico de la pintura al conocimiento de algunos aspectos relacionados con la historia social y económica de los murales mayas en la Península del Yucatán. *La pintura mural prehispánica en México. Boletín informativo*, 19, 43-50.

Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2007a). Los colores y las técnicas de la pintura mural maya. *Anales del Museo de América*, 15, 15-66.

Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2007b). Los colores y las técnicas de la pintura mural maya. *Anales del Museo de América*, 15(15), 55-66. Recuperado a partir de <file:///C:/Users/Philippe/Downloads/Dialnet-LosColoresYLasTecnicaDeLaPinturaMuralMaya-2570736.pdf>

Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2009a). El color y lo funerario entre los mayas de ayer y hoy. Ritual, magia y cotidianidad. *Península*, 4(1), 61-73.

- Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2009b). El color y lo funerario entre los mayas de ayer y hoy . Ritual , magia y cotidianeidad. *Península*, IV(1), 61-73.
- Vázquez de Ágredos Pascual, M. L. (2010). *La pintura mural maya. Materiales y técnicas artísticas*. Mérida: UNAM.
- Vázquez de Ágredos Pascual, M. L., Doménech Carbó, M. T., & Doménech Carbó, A. (2007). The colour palette in the architecture of La Blanca (Petén, Guatemala). Comparison between that of the mayan lowlands and that used in other civilizations of the ancient world. *ARCHÉ Publicación del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia*, 2, 125-130.
- Vázquez de Ágredos Pascual, M. L., Doménech Carbó, M. T., & Doménech Carbó, A. (2008). Resins and drying oils os precolumbian paintig: a study from historical writings. Equivalences to those of european painting. *ARCHÉ Publicación del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia*, 3, 185-190.
- Velázquez Castro, A. (2007). *La producción especializada de objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*. México: INAH, Colección científica.
- Velázquez Castro, A. (2011). Las tradiciones del trabajo de la concha en el Centro de México. Estudios del hombre. *Estudios del Hombre*, 29, 129-152.
- Velázquez Castro, A. (2012). Análisis con MEB de las huellas de manufactura de los objetos de concha de Teopancazco. En L. R. Manzanilla Naim (Ed.), *Estudios arqueométricos del centro de barrio de Teopancazco en Teotihuacan* (pp. 285-311). México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
- Velázquez Castro, A., Bautista, C. P., & Pérez Roldán, G. (2009). Concha y hueso. En *Teotihuacan: Ciudad de los Dioses* (pp. 245-253). México: INAH.
- Villagra Caletí, A. (1951). Las Pinturas de Atetelco en Teotihuacán. *Cuadernos Americanos*, X(1), 153-1.
- Villagra Caletí, A. (1952). Teotihuacan, sus pinturas murales. *Mexico. Instituto nacional de antropología e historia. Anales*, 67-74.
- Villagra Caletí, A. (1954). Las pinturas de Tetitla, Atetelco e Ixtapantongo. *Artes de México*, 3, 39-57, 59-61, 63-64.

- Villagra Caletí, A. (1971). Mural Painting in Central Mexico. En R. Wauchope & R. Gordon Willier (Eds.), *Handbook of Middle American Indians* (Vol. X, pp. 135-156). Austin: University of Texas Press.
- Villaseñor Alonso, I. & Barba Pingarrón, L. (2012). Los orígenes tecnológicos de la cal. *Cuicuilco* nº 55
- Widmer, R. J., & Storey, R. (2012). The "Tlajinga Barrio": A Distinctive Cluster of Neighborhoods in Teotihuacan. En M. C. Arnaud, L. R. Manzanilla Naim, & M. E. Smith (Eds.), *The neighborhood as a social and spatial unit in Mesoamerican cities* (pp. 102-117). Tucson: The University of Arizona Press.
- Wright, V. (2010). Pigmentos y tecnología artística mochicas : una nueva aproximación en la comprensión de la organización social. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39(2), 299-330. <https://doi.org/10.4000/bifea.1950>
- Wright, V., Pacheco, G., Torres, H., Huaman, O., Watanave, A., Zeballos-Velasquez, E. L., ... Sandoval, P. C. M. (2015). Mural paintings in Ancient Peru: The case of Tambo Colorado, Pisco Valley. *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 1(2), 11-21. <https://doi.org/10.1080/20548923.2015.1133118>
- Zucchiatti, A., Climent Font, S., Gutiérrez Neira, P. C., Perea, A., Fernández Esquivel, P., Rovira Llorens, S., Ruvalcaba Sil, J. L., Verde, A. (2014). Prehispanic goldwork technology study by PIXE analysis. En *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 332, 160-164
- Zurita, J., & Santiago, R. (2009). Fitolitos recuperados de metates en sitios arqueológicos como indicadores de dieta. *Cienciorama*. Recuperado a partir de [http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/216\\_cienciorama.pdf](http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/216_cienciorama.pdf)

**ANEXO I. TABLA-RESUMEN  
RESULTADOS PROTOCOLO  
ARQUEOMÉTRICO**

MUESTRA	COLOR	ARTEFACTO	LM	UV-VIS	XRF	RAMAN LASER 1064 nm	FTIR-ATR	XRD	SEM-EDX
IL1A	Rosa	Laja	*		Ca, Fe, K, Si, Al, Sr, Mn, Ti, Zn	Calcita: 156, 277, 712, 1086 Hematita: 410, 611	Calcita: 711, <u>871</u> , <u>1404</u> , 1795 Hematita: 535 Caolinita: 429, 912, 1031	Carbonato de calcio, Hematita, maghemita (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Cuarzo	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita, carbonato de calcio, maghemita, cuarzo INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + caolinita)+ cuarzo + Calcita sobre blanco de cal									
IL2A	Rojo	Laja	*		Fe, Ca, Mn, K, Si, Ti, Cu, Sr, AL, Ni	Hematita: 223, 290, 408, 607 Calcita: 155, 711, 1085	Calcita: 712, 873, Hematita: 458, 538 Caolinita: 429, 792, 912, 1007, 1033, 3699		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + caolinita) sobre soporte de blanco de calcio									
IL3A	Rojo	Piedra plana	*						
IL4A1	rojo	Machacador	*		Fe, Ca, Ti, K, Si, Al, Mn, Zn		Hematita: 459, 530 Caolinita: 668, 748, 795, 911, 998, 1026, 1092, 3617, 3697		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla)									
IL4A2	Amarillo	Machacador	*		Fe, Ca, Ti, K, Si, Al, Mn, Zn	Hematita: 290, 408, 612	Goethita ¿?: 460 (465), 531 (534) Caolinita: 686, 797, 914, 997, 1027	Anortita, Albita	Fe, K, S, Al, Si, P
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, anortita, albita INTERPRETACIÓN: Ocre amarillo (FeOOH + arcilla)									
IL4A3	Rojo	Machacador	*						

IL5A	Rosa	Alisador	*		Ca, Fe, K, Si, Ti, Mn, Sr, Zn	Hematita: 290, 408, 612 Calcita: 711, 1085	Calcita: 467, 711, 871, 1404, 1795 Hematita: 535 Caolinita: 429, 912, 1031		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + calcita									
IL6A	Amarillo	Pulidor	*						
IL7A	Amarillo	Mango	*						
IL8A	Naranja	Instrumento	*		Fe, Ca, K, Si, Ti, Si, Al, Mn, Ni, Zn	Material sin identificar: 155			
INTERPRETACIÓN: Óxidos de hierro									
IL9A1	Naranja	Alisador	*		-				
IL9A2	Rojo	Alisador	*						
IL10A1	Rojo	Alisador	*		Fe, Ca, Si, Ti, K, Mn, Al, Sr, Cu, Zn	Hematita: 290, 612			
INTERPRETACIÓN: Hematita									
IL10A2	Rojo	Alisador	*						
IL11A	Naranja/rojo	Alisador	*		Fe, Ca, K, Si, Ti, Mn Cu, Zn, Sr				
INTERPRETACIÓN: Óxidos de hierro									
IL12A	Rojo	Alisador	*		Fe, Ca, Si, T, Sr, Al, Mn	Hematita: 230, 290, 408, 612	Hematita: 455, 528 Caolinita: 668, 745, 793, 908, 1006, 1023, 1115, 3617, 3697	Óxido de silicio, cristobalita (SiO <sub>2</sub> ), Tridimita (SiO <sub>2</sub> )	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Caolinita, óxido de silicio, cristobalita, tridimita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + minerales de cuarzo									

IL13A	Amarillo	Metlapil	*						
IL14A	Rojo	Alisador	*						
IL15A	Amarillo	Alisador	*		Fe, Ca, Ti, K, Al, Mn, Zn, Sr, Cr		Óxido de hierro: 456, 534 Silicato: 924, 1002 Sin identificación: 571, 628		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, silicato INTERPRETACIÓN: ocre amarillo (FeOOH + arcilla)									
IL16A	Amarillo	Alisador	*		Fe, Ca, Si, Ti, Si, Al, Mn, Zn, Sr		Óxido de hierro: 456, 534 Caolinita: 791, 912, 1006, 1023, 1118	Anortita, Heulandita	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, caolinita, anortita, heulandita INTERPRETACIÓN: ocre amarillo (FeOOH + arcilla)									
IL17A	Rojo	Reborde curvo de estuco	*	*	Ca, Fe, Si, K, Al, Ti, Mn, Sr	Hematita: 290, 408, 612 Calcita: 1085	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030 Calcita: 712, 873, 1410, 1795		Fe, Ti, K, Ca, Al, Si, Mg
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre soporte de blanco de calcita									
IL18A	Amarillo	Alisador	*						
IL19A	Amarillo	Alisador	*						Fe, K, Ca, Al, Si, S, Na
INTERPRETACIÓN: Jarosita									
IL20A	Rojo	Laja	*		Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Sr, Cu, Zn	Hematita: 290, 408, 612			
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita									

INTERPRETACIÓN: Hematita								
IL21A	Amarillo	Alisador	*					
IL22A	Rojo	Alisador	*					Fe, Ca, Al, Si, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita + Calcita								
IL23A	Amarillo	Machacador	*		Fe, Ca, Ti, K, Si, Mn, Al, Sr, Ni, S			Albita cálcica
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Albita cálcica								
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro								
IL24A	Rojo	Alisador	*					
IL25A	-	Alisador	*					
IL26A	Amarillo	Informe	*					
IL27A	Amarillo	Informe	*					
IL28A	Rojo	Informe	*					Fe, Ca, Si, K, Ti,, Al, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita + calcita								
IL29A	Amarillo	Alisador	*					
IL30A	-	Mano de mortero	*					
IL31A	Amarillo	Alisador	*					
IL32A1	Rojo	Metate	*					
IL32A2	Rojo	Metate	*					
IL33A	Amarillo	Alisador	*					
IL34A	-	Mano de mortero	*					
IL36A	Amarillo	Alisador	*		Fe, Ca, K, Si, Ti, Al, Mn, Sr	Óxido de hierro: 456, 534 Caolinita: 791, 912, 1006, 1023, 1118		Magnesioferrita, Cristobalita, Albita, muscovita

COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, caolinita, magnesioferrita, cristobalita, muscovita, albita INTERPRETACIÓN: ocre amarillo (FeOOH + arcilla) + cristobaita + mica								
IL37A	Rojo/blanco	Pulidor	*		Ca, Fe, K, Si, Ti, Al, Mn, Sr	Hematita: 290, 408, 615 Calcita: 711, 1085	Hematita: 457, 528 Caolinita: 792, 1006, 1024 Carbonato de calcio: 712, 873, 14718	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita, carbonato de calcio INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) con restos de blanco de calcio asociados								
IL38A	Amarillo	Alisador	*					
IL39A1	-	Metate	*					
IL39A2	-	Metate	*					
IL40A1	-	Metate	*				-	
IL40A2	-	Metate	*				-	
IL41A1	Rojo	Metate	*					
IL41A2	Rojo	Metate	*					
IL42A1	Naranja	Metate	*		Fe, Ca, Si, T, K, Al, Mn, Cu, Zn			
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro								
IL42A2	Rojo	Metate	*					
IL43A	Naranja	Metate	*					Fe, Ti, Mn, Al, Si, Mg, K
INTERPRETACIÓN: Ilmenita								
IL44A	Amarillo	Metate	*					
IL45A	Rojo	Metate	*				-	
IL46A	Amarillo?	Lítica pulida	*					
IL47A	Amarillo	Lítica pulida	*		Fe, Ca, Ti, K, Si, Al,	Hematita: 296, 414, 609	¿Ilmenita?: 538	

					Sr, Mn, Cu, Zn		Silicato arcilloso: 914, 998, 1109		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Silicato arcilloso INTERPRETACIÓN: Ocre amarillo (FeOOH + arcilla)									
IL48A	Rojo	Lítica pulida	*						
IL49A1	Amarillo	Lítica pulida	*						
IL49A2	Amarillo	Lítica pulida	*						
IL50A	-	Piedra labrada	*						
IL51A	Rojo	Lítica pulida	*						
IL52A	Amarillo	Pulidor	*		Fe, Ca, K, Si, Ti, Mn, Zn, Sr, Cr			Calcita, magnetita	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Calcita, magnetita INTERPRETACIÓN: Óxidos de hierro ¿Ilmenita? + calcita									
IL53A	Rojo	Metate	*						Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita + calcita									
IL54A	Rojo	Machacador	*		Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Zn		Hematita: 459, 530 Caolinita: 668, 748, 795, 911, 998, 1026, 1092, 3617, 3697		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla)									
IL55A	Rojo/ Blanco	Laja	*		Fe, Ca, Si, Ti, K, Al, Mn, Sr, S	-	Hematita: 455, 531 Caolinita: 796, 1006, 1030 Calcita: 711, 871, 1404	Calcita, Wollastonita	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, Calcita, Wollastonita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre blanco de calcita									

IL56A	Rojo	Laja	*						
IL57A	Rojo	Laja	*						
IL58A	Rojo	Laja	*		Ca, Fe, K, Si, Mn, Ti, Al, Sr, Zn	Hematita: ¿?: 276, 612 Calcita: 711, 1085	Hematita: 455, 531 Caolinita: 796, 1006, 1030 Calcita: 711, 871, 1404		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla), Calcita INTERPRETACIÓN: Tierra Roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre blanco de calcita									
IL59A	-	Ixtapaltete	*						
IL60A	Amarillo	Lajas	*		Fe, Ca, Ti, Si, K, Al, Mn, Ni, cu, Zn, Sr		Óxido de hierro: 457, 527 Carbonato de calcio: 873 Caolinita: 912, 1003, 1030		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, carbonato de calcio, caolinita INTERPRETACIÓN: Ocre amarillo (FeOOH + arcilla) + carbonato de calcio									
IL61A	Rojo	Laja	*		Ca, Fe, Si, Ti, K, Al, Mn, Cu, Zn, Sr				
INTERPRETACIÓN: Óxidos de hierro									
IL62A	Amarillo	Metlapil	*						
IL63A	Rojo	Metlapil	*						
IL64A1	Naranja	Metlapil	*						Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita+ Calcita									
IL64A2	Naranja	Metlapil	*						Fe, Ca, Si, K, Ti,

									Mn, Al, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita+ Calcita									
IL64A3	Rojo	Metlapil	*						Fe, Ti, Mn, Al, Si, Mg, K
INTERPRETACIÓN: Ilmenita									
IL65A	Rojo	Metlapil	*						Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Mg
INTERPRETACIÓN: Hematita+ Calcita									
IL66A1	Amarillo	Alisador	*						Fe, K, Al, Si, S
INTERPRETACIÓN:: Jarosita									
IL66A2	Amarillo	Alisador	*		-		-	-	
P1A	Amarillo	<i>Chama echinata</i>	*		Fe, K, Ca, As, Al, Si, Zn	Jarosita: 216, 433, 447, 624, 1006, 1096	Jarosita: 470, 504, 578, 629, 664, 1000, 1082, 3376	Carbonato de calcio, stishovita (SiO <sub>2</sub> ), Wustita, olivino, óxido de silicio	Fe, K, Al, Si, S, Mg, Ti, Mn, Ca
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Jarosita, Carbonato de Calcio, estishovita, óxido de calcio									
INTERPRETACIÓN: Jarosita + óxido de silicio + polimorfos del cuarzo									
P2A	Amarillo	<i>Spondylus princeps</i>	*	*					Fe, K, Al, Si, S
INTERPRETACIÓN: Jarosita									
P3A	Naranja	Núcleo color	*	*	Fe, As, Ca, K, Ti, Si, Al, S	Fosfato de calcio (Blanco de hueso): 961-965	¿Hematita?: 454 ¿Lepidocrosita?: 514 Caolinita-Montmorillonita: 680, 793, 912, 1000, 1109	Montmorillonita, óxido de silicio, rutilo, arsenato de sodio potasio	Fe, Pb, K, S, Al, Si, Ba, Mg, P, Ti
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxidos de hierro, hematita, blanco de hueso, tierra verde, caolinita-montmorillonita, barita, óxido de silicio									

INTERPRETACIÓN: Mezcla de óxidos de hierro + blanco de cal + tierra verde, + arcila + óxido de silicio + blanco de cal + ¿blanco de barita?									
P4A	Verde	Núcleo color	*		Fe, Ca, K, Si, Al, Ti, Zn	-	Celadonita: 432, 462, 491, 676, 800, 839, 953, 970, 1023, 1084, 1109, 1413, 3357, 3601	Mica, magnetita, cuarzo, Titanomagnetita, Cristobalita	Fe, Ca, K, Si, Al, Ti, Zn, Cr
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Celadonita, mica, cuarzo, Titanomagnetita, cristobalita INTERPRETACIÓN: Tierra verde + mica + cuarzos									
P5A	Rojo	Estuco con pigmento rojo	*	*	Fe, Ca, Si, T, Sr, Al, Mn	Hematita: 223, 290, 409, 612 Calcita: 156, 711, 1085	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030 Calcita: 712, 873, 1410, 1795	Calcita, Cuarzo, óxido de calcio	Fe, Ca, Al, Si, Mg, Ti, S, Ba
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + cuarzo sobre soporte de cal									
P6A	Verde	Núcleo color	*		Ca, Fe, K, Si, Sr, Ti, Mn, Zn	Cuarzo: 121, 196, 460	Celadonita: 432, 462, 491, 676, 800, 839, 953, 970, 1023, 1084, 1109, 1413, 3357, 3601	-	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Celadonita INTERPRETACIÓN: Tierra verde									
IL67A	Amarillo	Alisador	*						
IL68A	Amarillo	Alisador	*		Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Al, Sr, Zn, Cu				
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro									
P7A	Verde	Tepalcate	*	*					Fe, Ca, K, Si, Al, Ti,
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Tierra Verde									

INTERPRETACIÓN: Tierra verde									
P8A	Rojo	Núcleo color	*	*	Fe, Ca, Si, K, Ti, Mn, Sr, Zn	Hematita: 223, 290, 408, 612	Hematita: 455, 528 Caolinita: 428, 795, 907, 1002, 1027, 1114, 3617, 3697	Óxido de hierro, hematita, óxido de titanio	Fe, Al, Si, Ti, Mn, Ca, K
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, Óxido de titanio, Hematita, caolinita, cuarzo INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + cuarzo									
P9A	Rojo	Núcleo color	*	*	Fe, Ca, K, Sr, Al, Ti, Mn, Zn, As	Hematita: 223, 290, 408, 612	Hematita: 455, 528 Caolinita: 428, 795, 907, 1002, 1027, 1114, 3617, 3697	Cuarzo, óxido de hierro,	Fe, K, Ca, Al, Si, Mg, Cr, Ni
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, cuarzo INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + cuarzo									
P10A	Rojo	Núcleo color	*	*	Fe, Ca, Si, Ti, K, Al, S, Cu, As, Sr	Hematita: 223, 290, 408, 612	Hematita: 455, 528 Caolinita: 428, 795, 907, 1002, 1027, 1114, 3617, 3697 Carbonato de calcio: 873, 1427	Óxido de hierro, cuarzo,	Fe, Ca, Si, Ti, K, Al, Mg
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, carbonato de calcio, cuarzo INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + carbonato de calcio + cuarzo									
P11A	Verde	Núcleo color	*		Fe, Ca, K, Si, Al, Ti, Zn	-	Celadonita: 432, 462, 491, 676, 800, 839, 953, 970, 1023, 1084, 1109, 1413, 3357, 3601		Fe, K, Al, Si
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Celadonita INTERPRETACIÓN: Tierra verde									
P12A	Naranja	Mano de mortero	*		Fe, Ca, Ti, Si, K, Al, Mn, Cr, Zn	-	Óxido de hierro 460, 527,	Magnetita, Albita, Margarita (variedad de mica)	

							Caolinita: 677, 744, 785, 909, 996, 1021, 1115, 1634, 3625		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Óxido de hierro, caolinita, magnetita, albita, margarita INTERPRETACIÓN: Ocre amarillo ( $\alpha$ -FeOOH + arcilla) + mica (variedad margarita)									
P13A	Naranja	Mano de mortero	*		Fe, Ca, Ti, Si, K, Hg, Mn, Zn				
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro, ¿Cinabrio?									
P14A	Naranja	Metlapil	*		Fe, Ca, Ti, Si, K, Al, M, Zn, Hg, Cu, Ni, Al, Cr, S				
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro, ¿Cinabrio?									
P15A	Amarillo	Mano de mortero	*		Fe, Ca, Si, K, Ti, Al, Cr, Mn, Zn, Sr				
INTERPRETACIÓN: Óxido de hierro									
P16A	Naranja	Metlapil	*		Ca, Fe, K, Si, Ti, Al, Mn, Cr, Zn, Sr		Hematita: 455, 535 Caolinita: 793, 912, 1006, 1108, 3618 Calcita: 711, 873, 1415, 1795 ¿Goethita?: 465	Magnetita, Calcita	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita, Magnetita INTERPRETACIÓN: Tierra roja ( $Fe_2O_3$ + arcilla) + ¿goethita? + calcita									
P17A	Rosa	Mano de mortero	*		Ca, Fe, K, Si, Ti, Al, Mn, Sr, Zn	-	Calcita: 711, <u>871</u> , <u>1404</u> , 1795 Hematita: 535		

						Caolinita: 429, 912, 1031		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) + calcita								
P18A	Blanco	Metlapil	*		Ca, Fe, K, Si, Mn, Al, Zn, Sr	Calcita: 274, 1085	Calcita: 712, 873, 1408, 1797	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Calcita INTERPRETACIÓN: Blanco de calcita								
P19A1	Rojo	Aplanado sobre estuco			Ca, Fe, K, Si, Al, Ti, , Mn Sr, Zn	Hematita: 223, 290, 408, 612	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030 Calcita: 712, 873, 1410, 1795	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Caolinita, Calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre capa de calcita								
P19A2	Rojo	Aplanado sobre estuco			Ca, Fe, K, Si, Al, Ti, Mn, Zn, Sr	-	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030 Calcita: 712, 873, 1410, 1795	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Caolinita, Calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre capa de calcita								
P20A1	Rojo	Gran Almena			Fe, Ca, Si, K, Al, Ti, Mn, Sr	Hematita: 223, 290, 408, 612 Calcita: 274, 1085	-	
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Calcita INTERPRETACIÓN: Hematita sobre capa de calcita								
P20A2	Rosa	Gran Almena			Ca, Fe, Si, K, Al, Ti, Mn, Cu, Sr	-	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030	

							Calcita: 712, 873, 1410, 1795		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, caolinita, calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre capa de calcita									
P20A3	Verde	Gran Almena			Cu, Ca, Fe, K, Si, Al, As Ti, Sr,	Tierra Verde: 141 ¿Hematita?: 290 Calcita: 273, 1085	Malaquita: 523, 749, 778, 819, 3308, 3404 Conicalcita: 426, 465 Calcita: 712, 873, 1410, 1795 Caolinita: 798, 912, 1008, 1026, 1096		Cu, Si, Al, Ca, Fe, Mg, K, P, Mn, Ti
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Malaquita, conicalcita, calcita, caolinita, ¿Hematita? INTERPRETACIÓN: Malaquita + conicalcita + tierra verde + caolinita sobre capa de calcita									
P21	Rojo	Almena			Fe, Ca, Si, K, Ti, Al, Sr, Mn	Hematita: 223, 290,	Hematita: 455, 536 Caolinita: 668, 790, 1006, 1030 Calcita: 712, 873, 1410, 1795		
COMPUESTOS IDENTIFICADOS: Hematita, Caolinita, Calcita INTERPRETACIÓN: Tierra roja (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + arcilla) sobre capa de calcita									

**ANEXO II. FLUORESCENCIA DE  
RAYOS X  
TABLAS**

**Muestra:** IL1A

**Color:** Rosa

**Artefacto:** Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL1A-1	339	1979	5233	124233	529	415	15975	595	3062
IL1A-2	280	1902	4427	117870	504	459	16391	550	3412
IL1A-3	196	751	2080	125843	391	246	7488	160	2614

**Muestra:** IL2A

**Color:** Rojo

**Artefacto:** Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL2A-1	351	1463	2404	105878	1288	152	6374	171823	178	1884	272	1539
IL2A-2	344	1455	2589	97515	1264	125	7905	153363	171	1929	229	1272
IL2A-3	236	1037	2150	94911	704	83	1731	93576	24	1001	946	946

**Muestra:** IL4A1

**Color:** Rojo

Artefacto: Machacador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL2A-1	428	4030	3229	11702	4604	184	1247	72176	970	950
IL2A-2	520	4120	3284	12021	4853	212	1308	76948	812	1030
IL2A-3	432	3677	3035	10700	4034	145	633	60842	1251	786

Muestra: IL4A2

Color: Amarillo

Artefacto: Machacador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL2A-1	428	4030	3229	11702	4604	184	1247	72176	970	950
IL2A-2	520	4120	3284	12021	4853	212	1308	76948	812	1030
IL2A-3	432	3677	3035	10700	4034	145	633	60842	1251	786

Muestra: IL5A

Color: Rosa

Artefacto: Alisador

Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
218	1295	3828	108964	602	328	27211	466	1830

272	1292	3771	95181	464	388	31542	471	1498
215	1375	3520	82902	1094	481	40631	820	1371
235	1321	3706	95683	720	399	33128	586	1566

Muestra: IL8A

Color: Naranja

Artefacto: Instrumento

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	Cl-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL8A-1	372	2824	719	2582	12164	2885	241	1088	59199	153	235	1188	1781
IL8A-2	348	2502	0	3025	7143	4041	410	1093	69958	756	263	1093	851
IL8A-3	333	2665	612	2810	8161	3315	368	1267	80582	666	267	901	822

Muestra: IL10A1

Color: Rojo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL10A1-1	393	2964	3056	21075	5427	280	1153	93197	114	449	575	2430
IL10A1-2	310	2433	3325	28829	4468	218	825	78334	153	964	433	1668
IL10A1-3	318	2438	2601	13148	4321	354	970	78154	166	416	547	1838

Muestra: IL11A

Color: Naranja/rojo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL11A1-1	376	3023	3459	32153	3660	1199	63895	525	848	1434
IL11A1-2	331	1914	1626	48795	6709	771	62615	447	347	2234
IL11A1-3	329	2101	2390	53195	2865	996	53492	449	597	1477

Muestra: IL12A

Color: rojo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL12A-1	467	2032	1325	5538	9834	1205	164686	318	753	613
IL12A-2	519	2433	1606	4840	9274	1103	156275	220	688	610
IL12A-3	477	2146	1591	8351	8515	1190	134286	553	712	792

Muestra: IL15A

Color: Amarillo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL15A-1	366	2387	1846	17966	5972	212	890	97418	132	78	750	1725
IL15A-2	360	2541	1689	17284	5872	211	946	90003	116	182	557	1598
IL15A-3	357	2565	1794	18009	5983	253	1121	90860	134	153	501	1473

Muestra: IL16A

Color: Amarillo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL16A-1	441	3231	2079	12271	4402	347	857	87138	733	1629
IL16A-2	320	2794	1869	8978	4356	195	1150	77872	1109	1072
IL16A-3	308	2989	2029	15499	4433	214	2300	81500	409	1585

Muestra: IL17A

Color: Rojo

Artefacto: Reborde rojo de estuco

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Sr-Ka
IL17A-1	281	1659	303	2904	109460	722	96	548	22397	2802
IL17A-2	282	1610	235	2895	110393	820	80	833	48031	2955
IL17A-3	329	1693	259	3317	117836	879	98	709	41811	3089

Muestra: IL20A

Color: Rojo

Artefacto: Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL20A-1	459	5081	4774	14142	4036	1421	66465	551	2157
IL20A-2	437	4741	4567	10976	3247	1300	65014	1125	1881
IL20A-3	502	5078	5197	11375	3597	1305	69873	700	2243

Muestra: IL23A

Color: Amarillo

Artefacto: Machacador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL23A-1	324	1914	448	3472	9777	3146	0	31914	1335	1257
IL23A-2	279	1897	453	3422	9446	3061	132	30035	1447	1556
IL23A-3	329	2224	470	3934	11065	3276	201	37395	1086	1806

Muestra: IL36A

Color: Amarillo

Artefacto: Alisador

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL36A-1	428	3593	4460	7339	3556	1325	63991	349	1632
IL36A-2	520	4041	4938	8643	3353	1692	66045	508	1552

Muestra: IL37A

Color: Rojo/blanco

Artefacto: Pulidor

Punto de Análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL37A-1	306	2808	6628	46911	894	722	37793	445	1284
IL37A-2	293	2804	6307	53058	1068	784	39080	364	1234
IL37A-3	310	2815	7339	61507	1493	896	46830	1179	945

Muestra: IL37A

Color: Rojo/blanco

Artefacto: Pulidor

Punto de Análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL37A-1	306	2808	6628	46911	894	722	37793	445	1284
IL37A-2	293	2804	6307	53058	1068	784	39080	364	1234
IL37A-3	310	2815	7339	61507	1493	896	46830	1179	945

Muestra: IL42A1

Color: Naranja

Artefacto: Metate

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	P-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL42A1-1	348	2698	27	2798	17077	3308	67	884	44942	1757	463
IL42A1-2	490	3557	0	3648	20049	4474	108	942	55095	1347	427
IL42A1-3	423	3370	30	3501	18184	4162	133	937	58251	1382	642

Muestra: IL47A

Color: Amarillo

Artefacto: Lítica pulida

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL47A-1	497	2650	220	4501	23785	5204	1366	142843	251	367	3167
IL47A-2	458	2864	184	4924	25485	6045	1472	153513	345	382	3533
IL47A-3	453	2590	92	4908	25048	6320	1390	157754	304	730	3382

Muestra: IL52A

Color: Amarillo

Artefacto: Pulidor

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL52A-1	466	3504	4719	18808	5181	1737	72311	225	1527	1296
IL52A-2	385	3045	4201	16949	3994	1550	73110	234	711	1805
IL52A-3	488	3469	4498	19825	4791	1609	73164	199	1754	1463

Muestra: IL55A

Color: Rojo

Artefacto: Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Sr-Ka
IL55A-1	307	1954	2118	66723	1331	126	674	67472	2189
IL55A-2	267	1987	2064	61653	2573	212	1039	77764	2340
IL55A-3	337	1481	2300	162851	724	204	501	14611	3440

Muestra: IL58A

Color: Rojo

Artefacto: Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL58A-1	336	1903	3680	119987	1214	1216	98274	167	296	3714
IL58A-2	331	1831	4066	115171	1328	1451	134522	135	289	3587
IL58A-3	350	1546	3723	110307	968	980	78668	112	394	2509
IL58A-4	330	2981	4399	31650	2152	3485	42590	300	936	1628

Muestra: IL60A

Color: Amarillo

Artefacto: Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
IL60A-1	568	3306	353	2976	18619	6165	1438	102462	889	1562
IL60A-2	399	2401	458	2202	11184	4369	1068	69758	1818	913
IL60A-3	534	3230	396	2991	18208	6171	1382	101774	966	1458

Muestra: IL61A

Color: Rojo

Artefacto: Laja

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka	Pb-L3
IL61A-1	315	1915	1858	105113	1545	136	747	41995	330	433	1880	341
IL61A-2	251	1483	1536	88682	1538	171	1032	40485	290	461	1384	437

<b>IL61A-3</b>	282	1641	1643	59098	2216	96	891	44453	569	389	1591	2638
<b>IL61A-4</b>	260	1757	1568	66470	1764	90	372	31937	301	625	1303	705
<b>IL61A-5</b>	284	2104	2214	66462	2524	195	1105	56459	331	767	1156	2691

Muestra: P1A

Color: Amarillo

Artefacto: *Chama echinata*

Punto de análisis	Al-K	P-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	As-Ka	Sr-Ka
<b>P1A-1</b>	206	159	5686	10680	13929	728	740	264654	17	138	158	1243	898
<b>P1A-2</b>	235	107	5417	10870	9191	796	653	272463	3	124	142	1102	1024
<b>P1A-3</b>	331	217	6979	15077	10762	402	895	354987	23	101	204	1789	800

Muestra: P3A

Color: Naranja

Artefacto: Núcleo de color

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	As-Ka	Sr-Ka
<b>P3A1-1</b>	295	1673	100	4324	9120	2080	849	181809	241	525	17430	815
<b>P3A1-2</b>	469	2358	167	2741	16835	3344	1391	402557	68	478	34483	1133
<b>P3A1-3</b>	315	1515	134	1475	9748	2085	917	281768	101	518	25814	575

Muestra: P4A

Color: Verde

Artefacto: Núcleo de color

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Rb-Ka	Sr-Ka
P4A-1	417	4033	15087	25840	3451	1109	235	93622	573	525	3866
P4A-2	400	4625	16696	20964	4611	507	223	110717	384	907	5323
P4A-3	433	4239	15387	22803	2901	337	241	100837	456	808	5235

Muestra: P5A

Color: Rojo

Artefacto: Estuco con pigmento rojo

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Sr-Ka
P5A-1	276	1784	1916	45235	1222	626	78917	2341
P5A-2	316	1900	1643	36901	1290	446	111245	1930
P5A-3	264	1937	1668	48563	1537	467	99000	2145

Muestra: P6A

Color: Verde

Artefacto: Núcleo de color

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	P-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Rb-Ka	Sr-Ka	Ba-L
P6A-1	249	3427	533	7349	26465	537	22758	443	1029	8465	3663

<b>P6A-2</b>	237	3349	637	7440	23001	366	18052	387	772	6732	3824
<b>P6A-3</b>	219	2834	333	5828	16512	553	16468	382	643	5800	3272

**Muestra:** P8A

**Color:** Rojo

**Artefacto:** Núcleo de color

<b>Punto de análisis</b>	<b>Al-Ka</b>	<b>Si-Ka</b>	<b>K-Ka</b>	<b>Ca-Ka</b>	<b>Ti-Ka</b>	<b>Mn-Ka</b>	<b>Fe-Ka</b>	<b>Cu-Ka</b>	<b>Zn-Ka</b>	<b>Sr-Ka</b>
<b>P8A-1</b>	529	2718	2862	11161	4185	1112	253232	153	494	1867
<b>P8A-2</b>	530	2857	2840	11492	4383	1101	256325	210	329	1849
<b>P8A-3</b>	501	2756	2315	8750	4474	1894	218976	166	410	1720

**Muestra:** P9A

**Color:** Rojo

**Artefacto:** Núcleo de color

<b>Punto de análisis</b>	<b>Al-Ka</b>	<b>Si-Ka</b>	<b>K-Ka</b>	<b>Ca-Ka</b>	<b>Ti-Ka</b>	<b>Mn-Ka</b>	<b>Fe-Ka</b>	<b>Cu-Ka</b>	<b>Zn-Ka</b>	<b>As-Ka</b>	<b>Sr-Kb</b>	<b>Pb-L</b>
<b>P9A-1</b>	639	2635	2929	7449	3602	10232	566142	98	68	109	583	341
<b>P9A-2</b>	535	1917	2438	3023	3115	1570	477613	66	155	65	588	368
<b>P9A-3</b>	480	1833	1943	5300	2354	1316	360543	83	230	92	745	366
<b>P9A-4</b>	397	1388	1852	1635	2600	1282	451081	310	182	72	486	468

Muestra: P10A

Color: Rojo

Artefacto: Núcleo de color

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
P10A-1	411	1358	1342	27154	1894	945	398779	394	218	1345
P10A-2	403	1303	1274	25221	2165	977	431558	369	109	1450
P10A-3	419	1657	1429	27140	2188	1088	401928	473	506	1033

Muestra: P11A

Color: Verde

Artefacto: Núcleo de color

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Zn-Ka	Rb-Ka	Sr-Ka
P11A-1	225.673	2580	9754	20009	1588	367	48691	187	356	495	4052
P11A-2	178.732	1899	7183	10232	5564	275	41242	474	289	553	4184
P11A-3	225.673	2580	9754	20009	1588	367	48691	187	356	495	4052

Muestra: P12A

Color: Naranja

Artefacto: Mano de mortero

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
<b>P12A-1</b>	483	2657	1880	7641	6905	578	1440	126132	173	576	867
<b>P12A-2</b>	602	2728	2000	8587	7391	711	1619	147110	210	496	1138
<b>P12A-3</b>	483	2125	1493	6434	5491	1620	1107	115169	154	347	1072

Muestra: P13A

Color: Naranja

Artefacto: Mano de mortero

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Hg-L3
<b>P13A-1</b>	385	2700	147	3007	16195	5502	240	1122	70627	1345	2471
<b>P13A-2</b>	435	2781	106	3100	17466	6158	237	1263	85788	1107	3214
<b>P13A-3</b>	348	1938	162	2119	11319	4005	228	792	50759	1519	2124

Muestra: P14A

Color: Naranja

Artefacto: Metlapil

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	S-Ka	Cl-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka	Hg-L3
<b>P14A-1</b>	373	2266	134	73	2709	14555	4334	401	1139	64659	93	1818	848	1799

<b>P14A-2</b>	428	3053	139	138	3576	19656	5722	407	1057	104900	239	1329	1146	2155
<b>P14A-3</b>	296	2160	145	86	2641	14604	4535	427	895	83207	157	1028	926	1694
<b>P14A-4</b>	450	2691	167	145	3318	19002	6209	428	1230	108031	264	3310	1856	3417
<b>P14A-5</b>	483	2760	194	149	3897	21512	7120	605	1830	166922	344	1850	3024	4174

Muestra: P15A

Color: Amarillo

Artefacto: Mano de mortero

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Cr-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Ni-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
<b>P15A-1</b>	420	3195	3279	15229	3476	258	898	68899	112	878	1361
<b>P15A-2</b>	490	3535	3457	15874	3764	328	968	71588	242	1324	1338
<b>P15A-3</b>	281	2411	2809	13788	2656	227	704	52527	133	605	1124

Muestra: P16A

Color: Naranja

Artefacto: Metlapil

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
<b>P16A-1</b>	265	1241	2859	116161	1139	991	94251	580	425	2350
<b>P16A-2</b>	357	1696	3517	148212	1354	1298	119968	735	573	2345
<b>P16A-3</b>	249	1385	3010	121242	1074	1054	97270	586	362	2653
<b>P16A-4</b>	279	1453	3218	124143	1758	1160	109035	652	480	2791

Muestra: P17A

Color: Rosa

Artefacto: Mano de mortero

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
P17A-1	371	1406	4380	191617	693	546	25875	797	2900
P17A-2	356	2279	5042	157283	805	653	30561	488	2528
P17A-3	333	1526	2280	121018	1030	745	24364	1678	2461

Muestra: P18A

Color: Blanco

Artefacto: Metlapil

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
P18A-1	203	1169	2905	131849	382	812	7986	456	2821
P18A-2	235	1460	3810	161184	658	1033	12249	833	2148
P18A-3	258	1557	4141	173804	576	1090	12263	1106	2109

Muestra: P19A1

Color: Rojo

Artefacto: Aplanado sobre estuco

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
-------------------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

<b>P19A1-1</b>	429	2456	4813	101752	1460	1086	105923	522	1848
<b>P19A1-2</b>	414	2405	4565	101264	1446	1180	122050	766	1611
<b>P19A1-3</b>	197	1209	2190	18777	1149	906	39110	2101	619

**Muestra: P19A2**  
**Color: Rojo**  
**Artefacto: Aplanado sobre estuco**

<b>Punto de análisis</b>	<b>Al-Ka</b>	<b>Si-Ka</b>	<b>K-Ka</b>	<b>Ca-Ka</b>	<b>Ti-Ka</b>	<b>Mn-Ka</b>	<b>Fe-Ka</b>	<b>Zn-Ka</b>	<b>Sr-Ka</b>
<b>P19A2-1</b>	264	716	2623	123522	356	996	74687	1384	1231
<b>P19A2-2</b>	230	860	3225	136225	473	959	74367	1329	1060
<b>P19A2-3</b>	247	937	3189	129925	366	906	66022	1211	1271

**Muestra: P20A1**  
**Color: Rojo**  
**Artefacto: Gran Almena**

<b>Punto de análisis</b>	<b>Al-Ka</b>	<b>Si-Ka</b>	<b>K-Ka</b>	<b>Ca-Ka</b>	<b>Ti-Ka</b>	<b>Mn-Ka</b>	<b>Fe-Ka</b>	<b>Sr-Ka</b>
<b>P20A1-1</b>	260	2410	2253	85810	805	886	133871	1339
<b>P20A1-2</b>	277	2598	2585	86630	737	900	125615	1356
<b>P20A1-3</b>	247	2512	2402	81216	818	982	137213	1272

**Muestra: P20A2**  
**Color: Rojo**  
**Artefacto: Gran Almena**

Muestra: P20A2

Color: Rosa

Artefacto: Gran Almena

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	Sr-Ka
P20A2-1	271	1366	2692	132712	1517	593	31603	889	376	2436
P20A2-2	218	643	2368	161599	636	383	8948	522	927	1918
P20A2-3	292	1295	2706	154851	771	480	24464	805	289	2789

Muestra: P20A3

Color: Verde

Artefacto: Gran Almena

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	Cl-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Cu-Ka	Zn-Ka	As-Ka	Sr-Ka
P20A3-1	201	1082	42	3057	74184	660	751	14273	129842	1836	2048	2801
P20A3-2	252	1390	7	1995	33381	616	697	20501	317012	4126	3104	2202
P20A3-3	230	1139	0	1485	8203	665	736	16006	264424	3662	2407	862

Muestra: P21

Color: Rojo

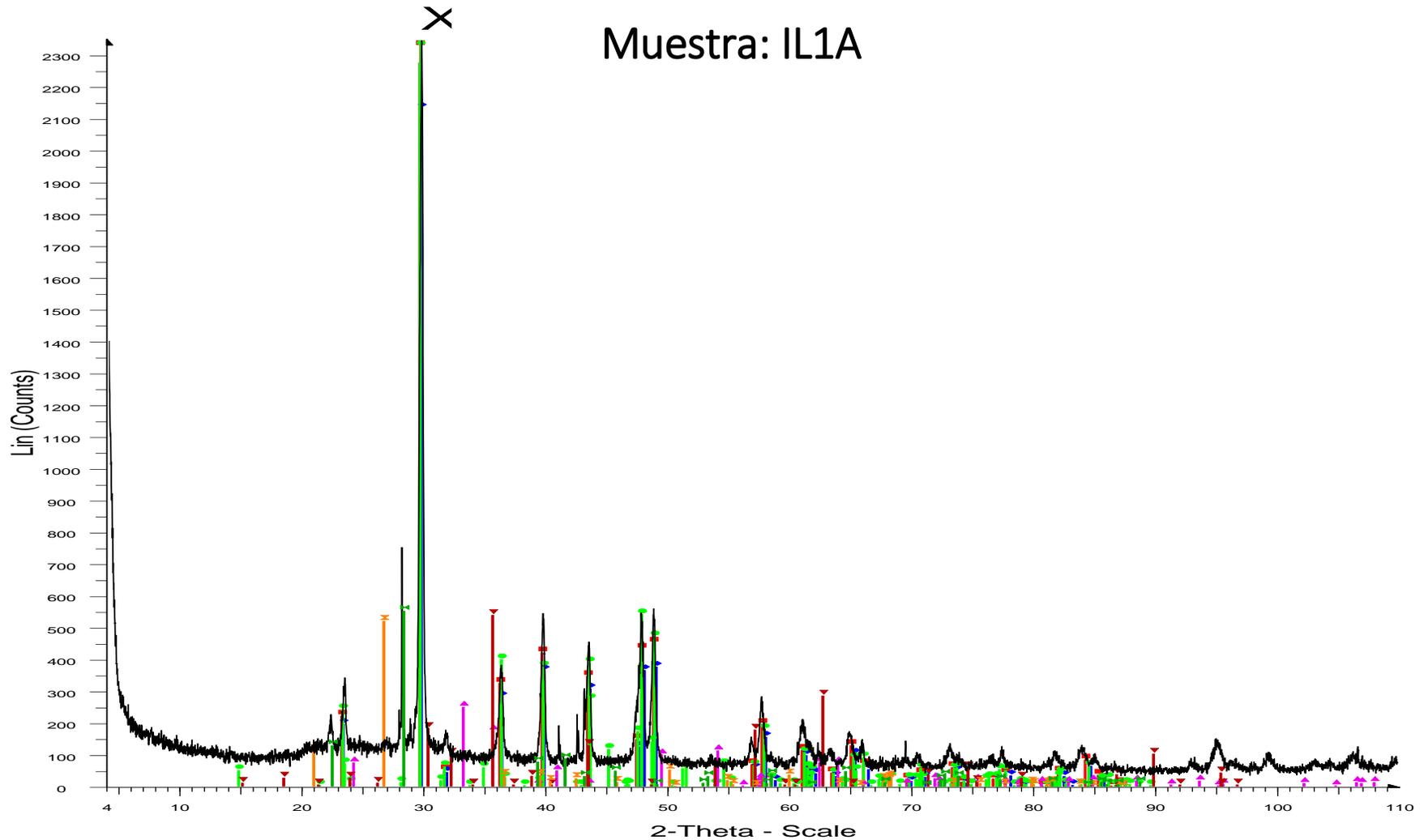
Artefacto: Almena

Punto de análisis	Al-Ka	Si-Ka	K-Ka	Ca-Ka	Ti-Ka	Mn-Ka	Fe-Ka	Sr-Ka
P21A-1	396	2960	3669	59629	1893	566	90668	2273
P21A-2	403	2854	2330	37814	2353	708	183540	1655
P21A-3	400	3061	3915	45674	1820	670	140305	1916

# **ANEXO III. DIFRACCIÓN DE RAYOS X**

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra: IL1A

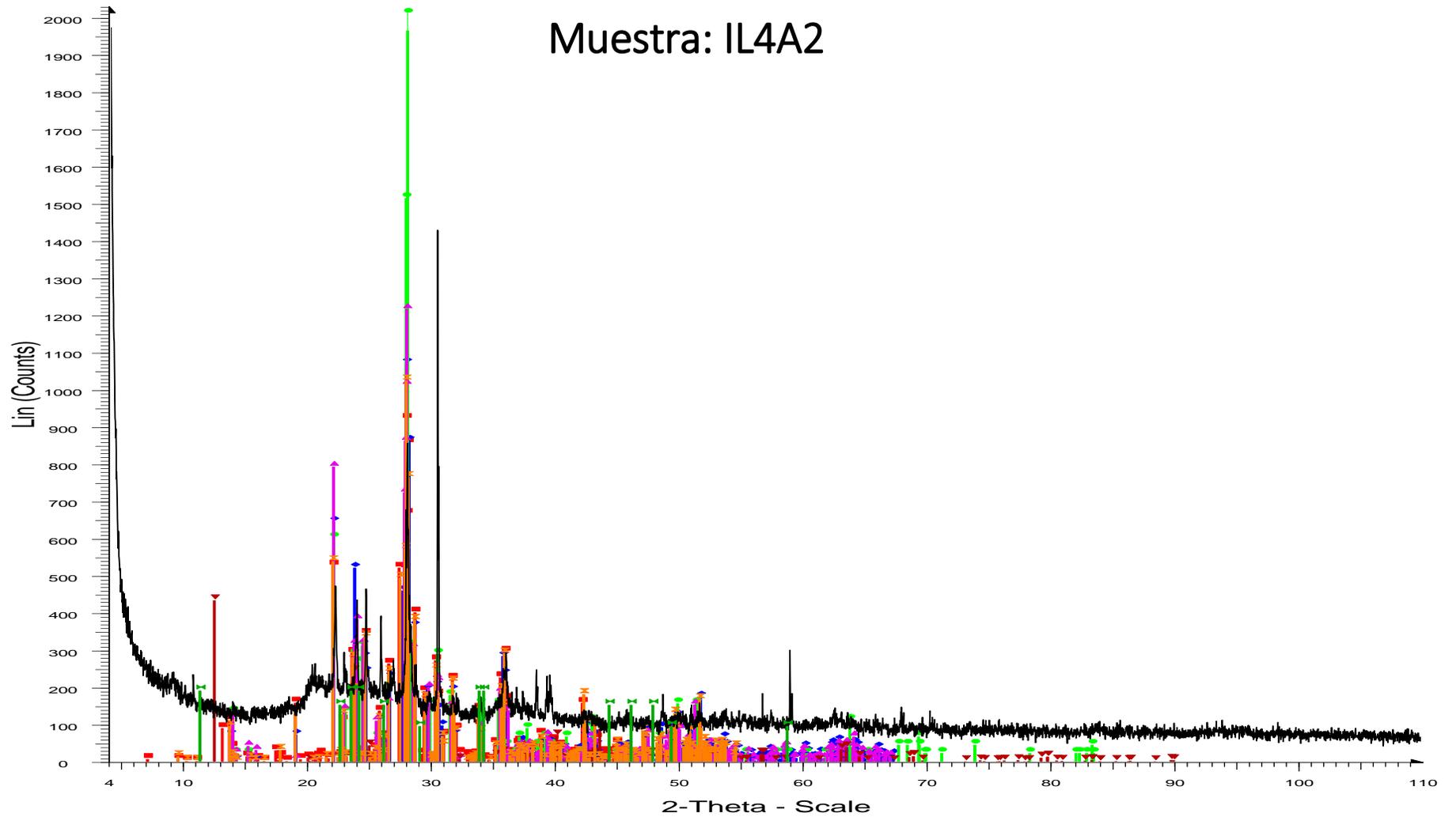


- X XA81475-IL1A-LAJA - File: XA81475-IL1A-LAJA.raw - Type: 2Th/Th lock  
 Operations: Import
- 01-089-1305 (C) - Calcite, magnesium, syn - (Mg<sub>0.06</sub>Ca<sub>0.94</sub>)(CO<sub>3</sub>) - Y:
  - ◆ 01-071-1663 (C) - Calcite, magnesian - Mg<sub>0.1</sub>Ca<sub>0.9</sub>CO<sub>3</sub> - Y: 90.97 % - d
  - 01-070-0095 (C) - Calcium Carbonate - CaCO<sub>3</sub> - Y: 133.88 % - d x by: 1.
  - ▲ 00-033-0664 (\*) - Hematite, syn - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 10.67 % - d x by: 1. - WL: 1
  - ▼ 00-004-0755 (D) - Maghemite, syn - gamma-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 22.98 % - d x by
  - ⊠ 01-075-0443 (A) - Quartz - alpha-SiO<sub>2</sub> - Y: 22.17 % - d x by: 1. - WL: 1.5
  - 01-070-3315 (C) - Quartz, syn - SiO<sub>2</sub> - Y: 23.53 % - d x by: 1. - WL: 1.54

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA80927-IL4A2-Machacador

Muestra: IL4A2

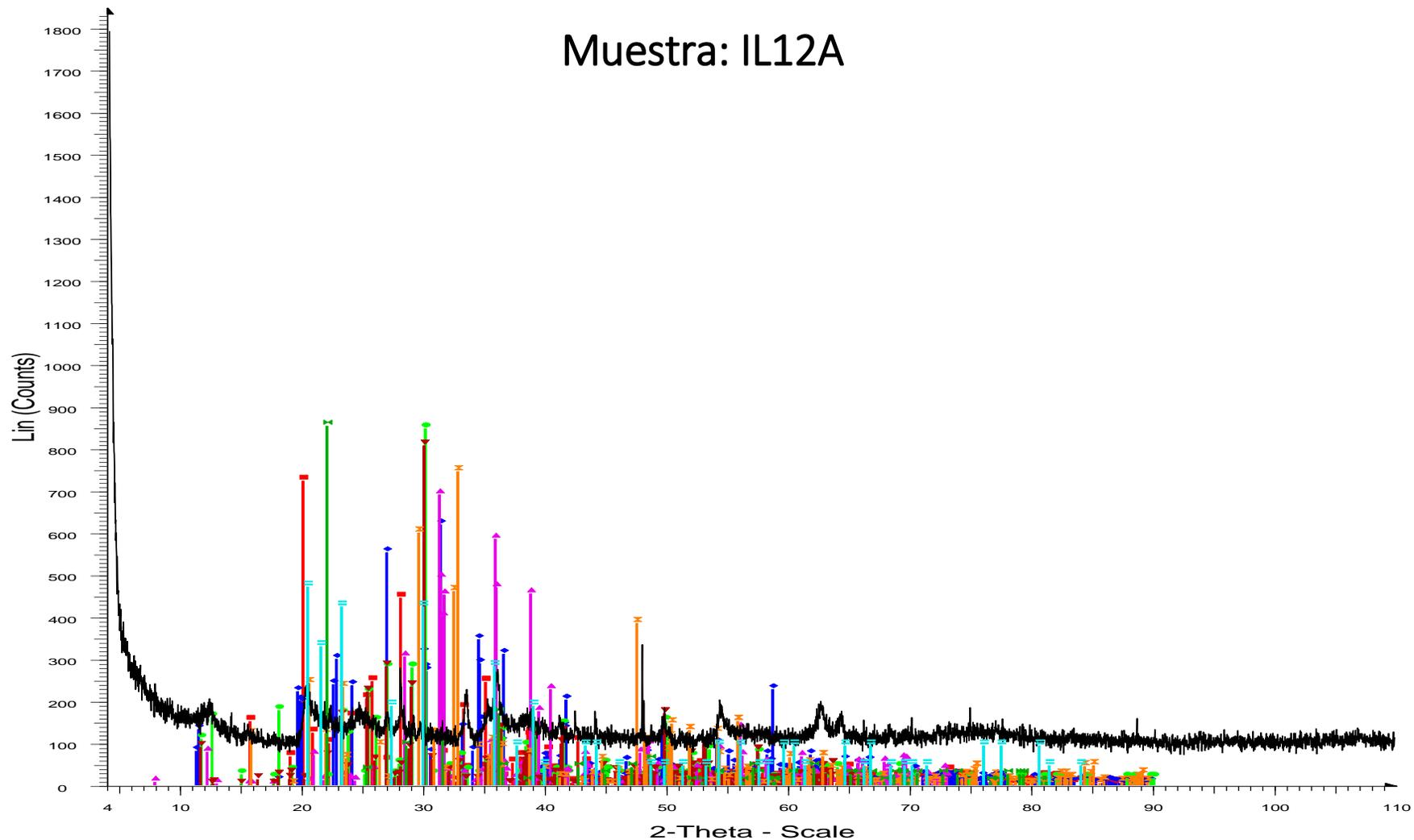


- XA80927-IL4A2-Machacador - File: XA80927-IL4A2-Machacador.raw - T  
Operations: Import
- 01-089-1459 (A) - Anorthite -  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$  - Y: 45.47 % - d x by: 1. - WL
  - 01-083-1372 (C) - Labradorite -  $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$  - Y: 52.9
  - 00-041-1480 (I) - Albite, calcian, ordered -  $(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_8$  - Y: 109.
  - 01-076-0927 (C) - Albite calcian low -  $(\text{Na}_{0.84}\text{Ca}_{0.16})\text{Al}_{1.16}\text{Si}_{2.84}\text{O}_8$  - Y
  - 01-087-1765 (C) - Lithium Aluminum Hydroxide Chloride -  $\text{LiAl}_2(\text{OH})_6\text{Cl}$  -
  - 01-089-1465 (C) - Unnamed mineral [NR] -  $(\text{Ca}_{0.89}\text{Na}_{0.11})(\text{Al}_{1.89}\text{Si}_{0.11})$
  - 00-047-1712 (I) - Sodium Tungsten Oxide Chloride -  $\text{NaWO}_2\text{Cl}_2$  - Y: 9.3

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

~~XA80854-tiza-alisador~~

Muestra: IL12A



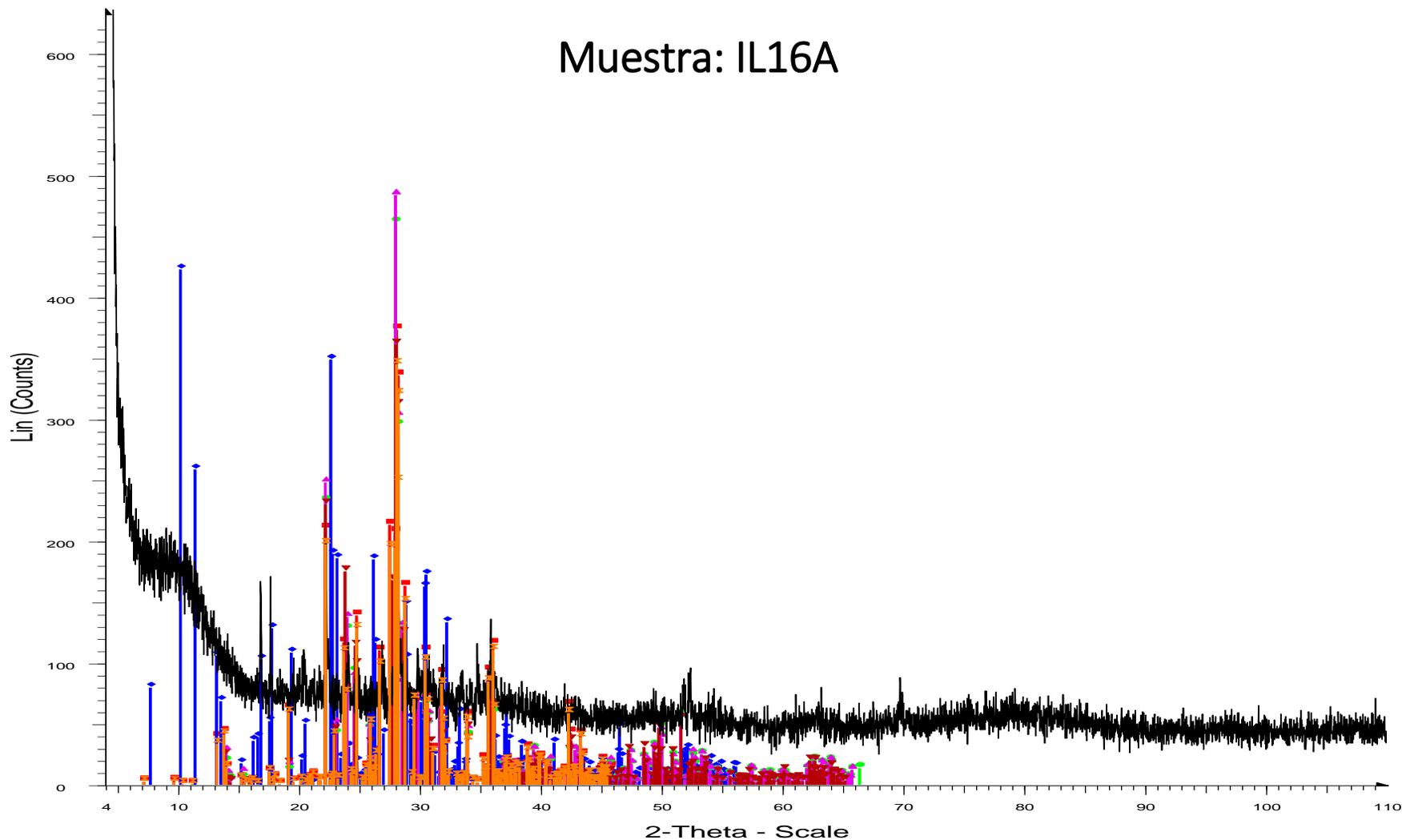
XA80854-tiza-alisador - File: XA80854-tiza-alisador.raw - Type: 2Th/Th I  
 Operations: Import  
 01-082-1572 (A) - Silicon Oxide - SiO<sub>2</sub> - Y: 39.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5  
 01-072-1883 (C) - Potassium Manganese Zinc Silicate - K<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>Zn<sub>4</sub>Si<sub>4</sub>O  
 00-042-0547 (C) - Wollastonite-1A - CaSiO<sub>3</sub> - Y: 45.97 % - d x by: 1. - W  
 01-087-0861 (C) - Calcium Silicon - Ca<sub>14</sub>Si<sub>19</sub> - Y: 37.46 % - d x by: 1. -  
 01-076-0186 (C) - Wollastonite - CaSiO<sub>3</sub> - Y: 43.76 % - d x by: 1. - WL: 1  
 01-080-0942 (A) - Olivine - Ca<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>) - Y: 40.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5

00-011-0695 (D) - Cristobalite, syn - SiO<sub>2</sub> - Y: 46.31 % - d x by: 1. - WL:  
 00-003-0218 (D) - Tridymite - SiO<sub>2</sub> - Y: 25.58 % - d x by: 1. - WL: 1.5406

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

~~XA76635IL16A ALISADOR~~

Muestra: IL16A

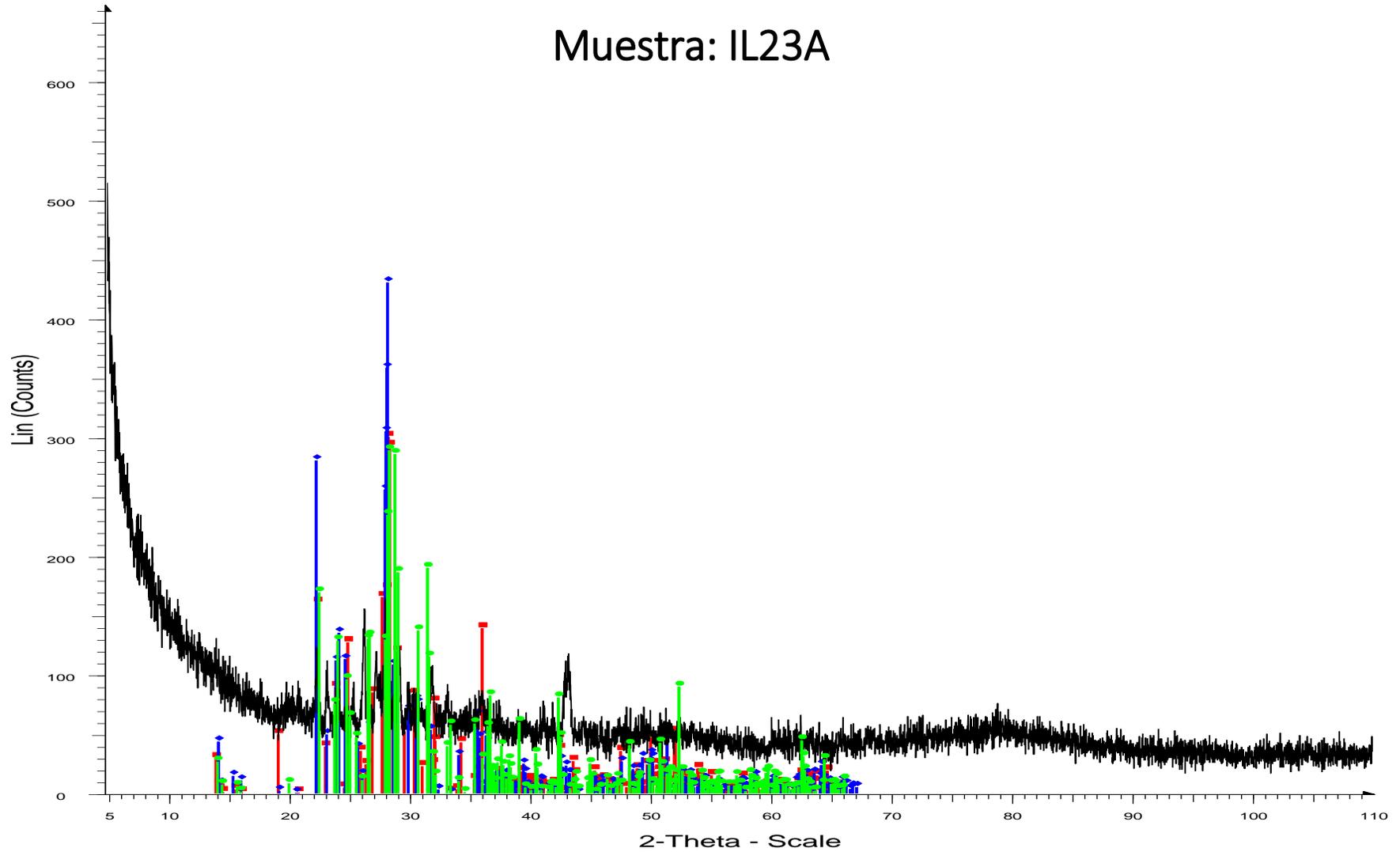


X XA76635IL16A-ALISADOR - File: XA76635IL16A-ALISADOR.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.015 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 35.6  
 Operations: Import  
■ 01-075-1587 (C) - Anorthite -  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$  - Y: 18.14 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.17300 - b 12.86900 - c 14.16500 - alpha 93.113 - beta  
◆ 01-077-0340 (C) - Heulandite, (partly dehydrated) -  $\text{Ca}_4.52\text{Al}_9.04\text{Si}_{26.96}\text{O}_{72}(\text{H}_2\text{O})_{13.4}$  - Y: 20.53 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 17.71000 -  
■ 01-078-0435 (C) - Labradorite -  $\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55}\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8$  - Y: 22.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.17000 - b 12.86000 - c 7.11000 - alpha  
▲ 01-071-0748 (A) - Anorthite sodian -  $(\text{Na}_{0.45}\text{Ca}_{0.55})(\text{Al}_{1.55}\text{Si}_{2.45}\text{O}_8)$  - Y: 23.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.17000 - b 12.86000 - c 7.110  
▼ 01-083-1370 (C) - Labradorite -  $\text{Ca}_{0.65}\text{Na}_{0.35}(\text{Al}_{1.65}\text{Si}_{2.35}\text{O}_8)$  - Y: 17.54 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.17470 - b 12.87060 - c 7.10140 - al  
■ 01-089-1459 (A) - Anorthite -  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$  - Y: 16.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.17500 - b 12.87300 - c 14.17000 - alpha 93.110 - beta

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

~~XA75395-IL23A-machacador~~

Muestra: IL23A



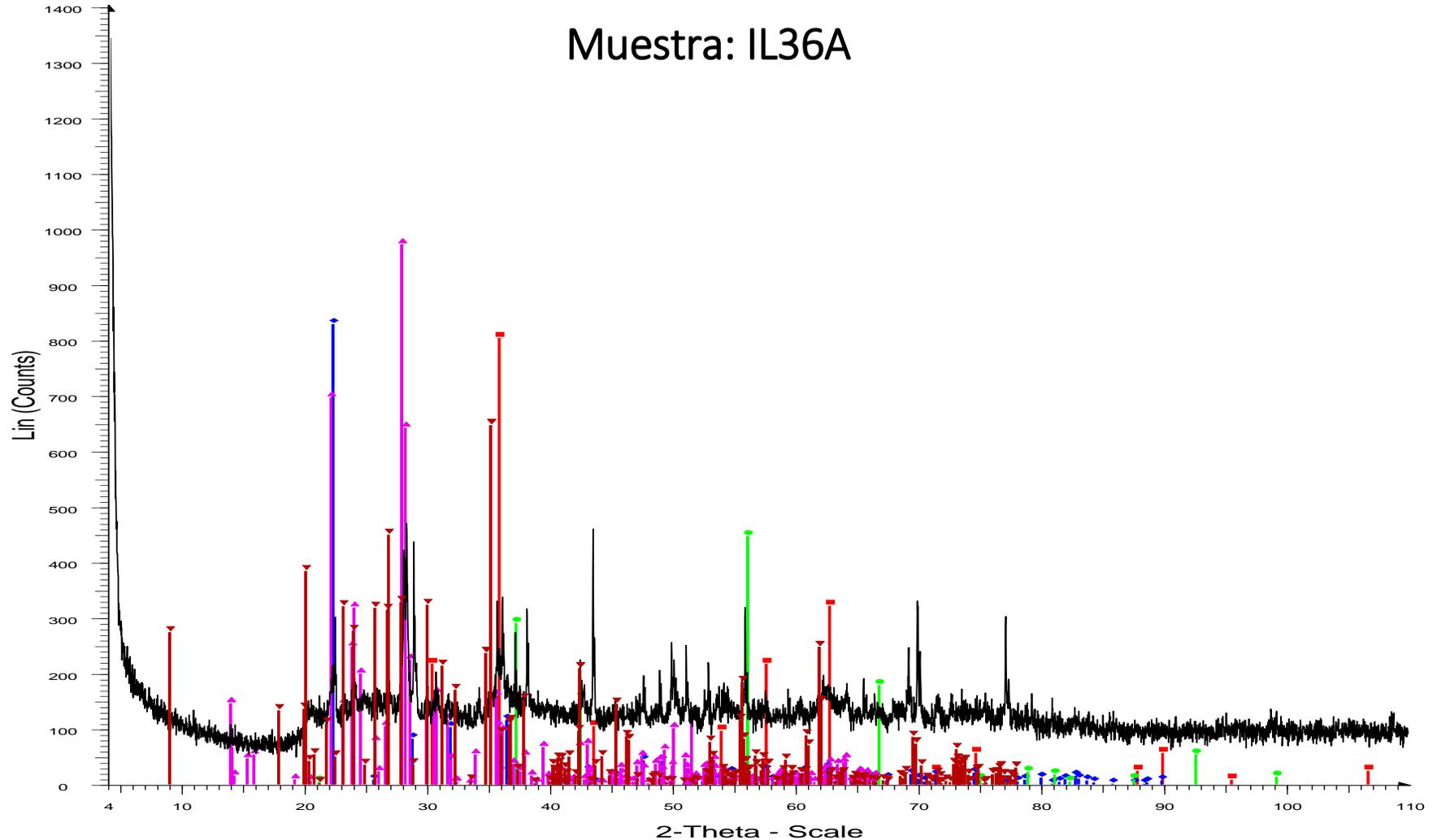
XA75395-IL23A-machacador - File: XA75395-IL23A-machacador.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.008 ° - Step: 0.019 ° - Step time: Operations: Import

- 01-087-1832 (C) - Calcium Manganese Sodium Aluminum Silicate -  $(\text{Ca}_{0.715}\text{Mn}_{0.196}\text{Na}_{0.045})(\text{Al}_{1.911}\text{Si}_{2.089}\text{O}_8)$  - Y: 15.29 % - d x by: 1. - WL: 1.540
- 01-076-0927 (C) - Albite calcian low -  $(\text{Na}_{0.84}\text{Ca}_{0.16})\text{Al}_{1.16}\text{Si}_{2.84}\text{O}_8$  - Y: 21.92 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.15530 - b 12.82060 - c 7.139
- 01-087-1792 (C) - Potassium Aluminum Silicate -  $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  - Y: 14.72 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.07640 - b 12.84710 - c 6.99910 - alph

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA79334-IL36A-ALISADOR

Muestra: IL36A

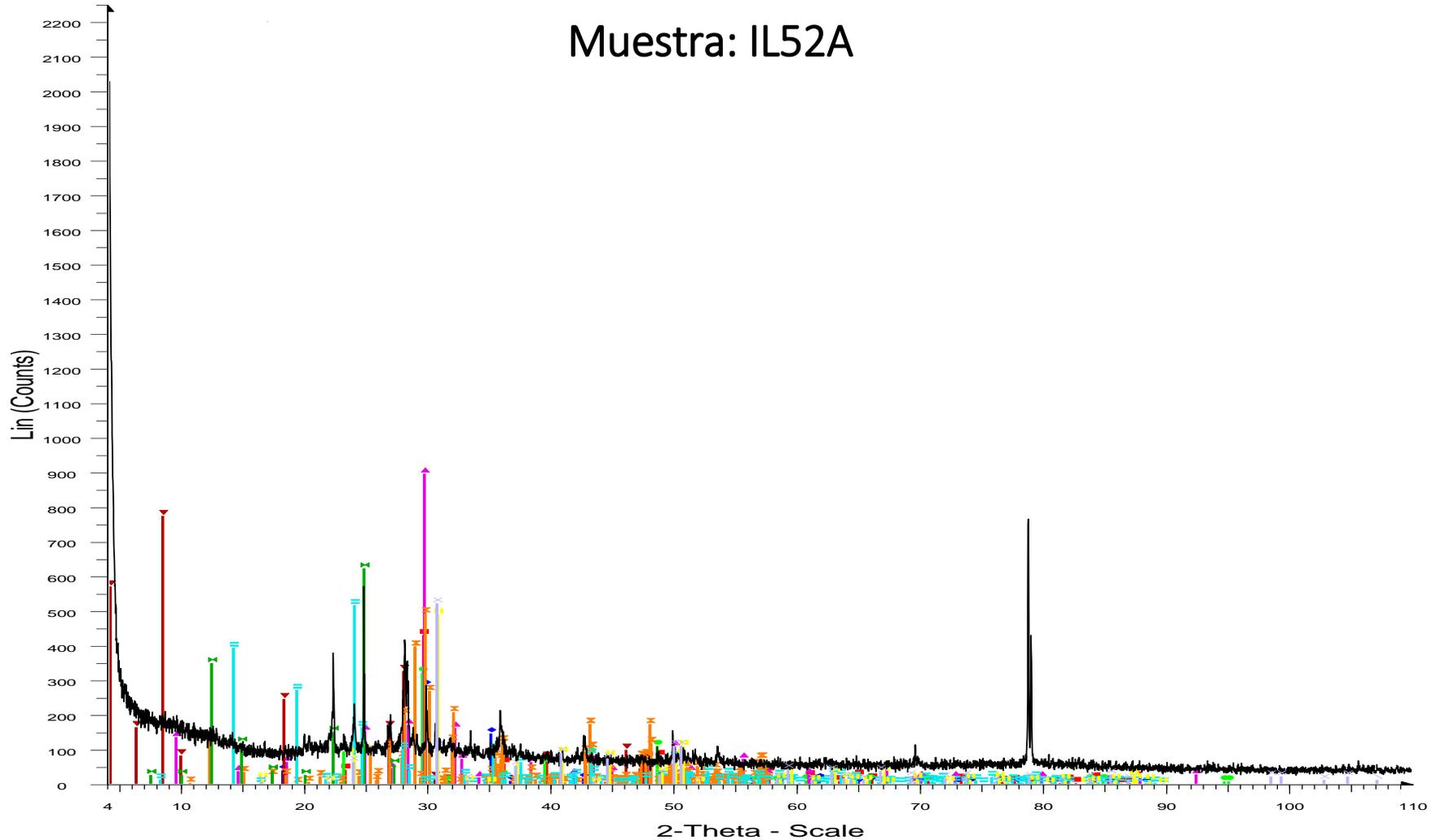


XA79334-IL36A-ALISADOR - File: XA79334-IL36A-ALISADOR.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.015 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 35  
 Operations: Import  
 00-001-1120 (D) - Magnesioferrite -  $MgFe_2+3O_4$  - Y: 57.38 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 8.36600 - b 8.36600 - c 8.36600 - alpha 90.000 - beta  
 01-082-1405 (A) - Cristobalite beta, syn -  $SiO_2$  - Y: 59.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Tetragonal - a 4.93930 - b 4.93930 - c 6.85190 - alpha 90.000 - b  
 00-030-0820 (I) - Akhtenskite, syn - epsilon- $MnO_2$  - Y: 31.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 2.80000 - b 2.80000 - c 4.45000 - alpha 90.000  
 01-089-6430 (C) - Albite (heat-treated) -  $Na(AlSi_3O_8)$  - Y: 69.41 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.15200 - b 12.83100 - c 7.11000 - alpha 93.46  
 01-074-0345 (C) - Muscovite 2M1 -  $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$  - Y: 46.18 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 5.18900 - b 8.99600 - c 20.09600 - alph

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA50738IL52A-PULIDOR

Muestra: IL52A



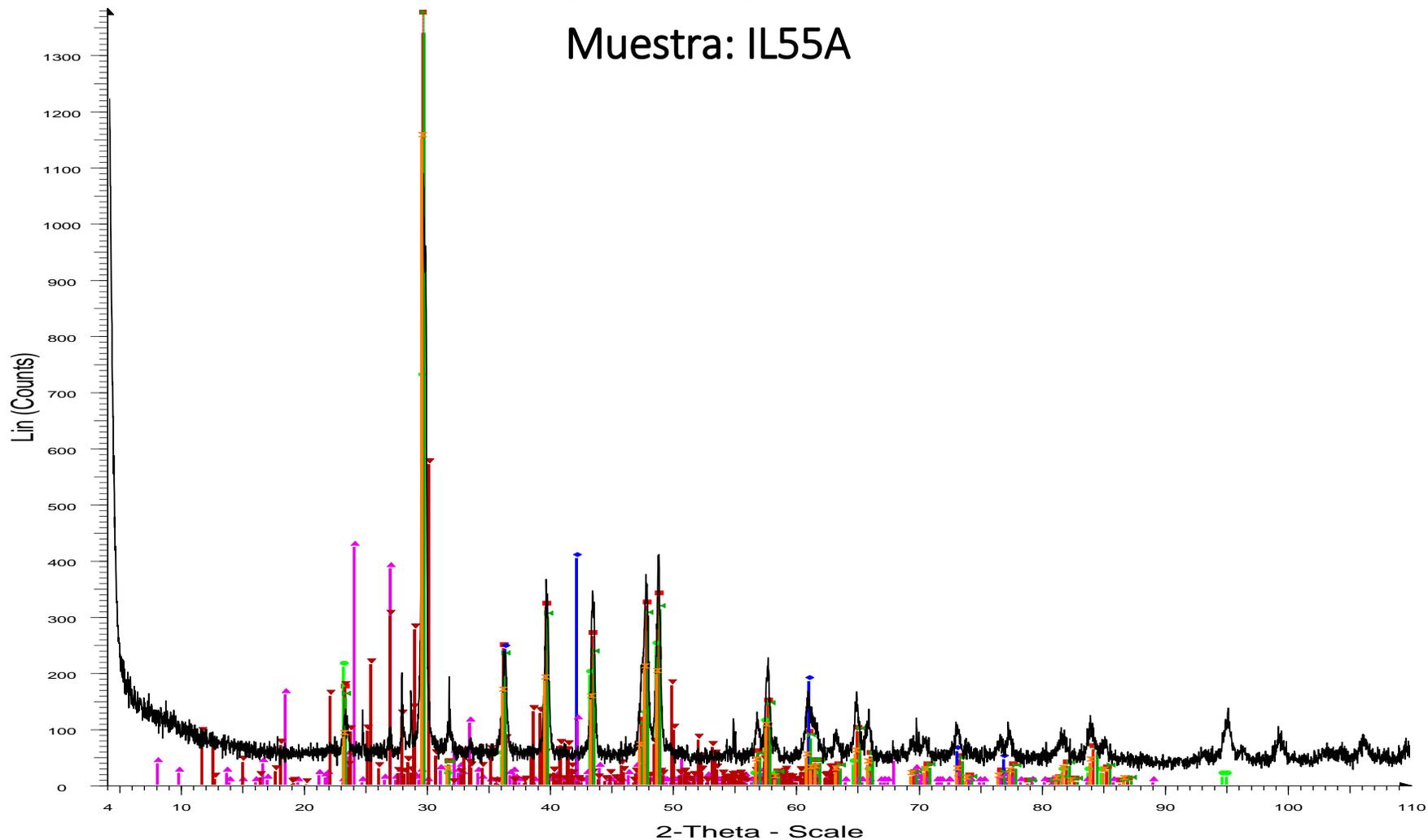
XA50738IL52A-PULIDOR - File: XA50738IL52A-PULIDOR.raw - Type: 2  
 Operations: Import  
 01-086-2335 (C) - Calcite, magnesian - (Mg<sub>0.064</sub>Ca<sub>0.936</sub>)(CO<sub>3</sub>) - Y: 19.11  
 01-089-0951 (C) - Magnetite - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> - Y: 12.61 % - d x by: 1. - WL: 1.54  
 00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO<sub>3</sub> - Y: 14.28 % - d x by: 1. - WL: 1.5406  
 00-029-0329 (N) - Riversideite-9A - Ca<sub>5</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>16</sub>(OH)<sub>2</sub> - Y: 39.87 % - d x  
 00-026-0970 (\*) - Tarasovite [NR] - NaKAl<sub>8</sub>(Si,Al)<sub>16</sub>O<sub>40</sub>(OH)<sub>8</sub>·2H<sub>2</sub>O - Y:  
 01-071-2079 (C) - Tilleyite - Ca<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - Y: 21.90 % - d x by: 1. -

00-046-1341 (I) - Orlymanite - Ca<sub>4</sub>Mn<sub>3</sub>+2Si<sub>8</sub>O<sub>20</sub>(OH)<sub>6</sub>·2H<sub>2</sub>O - Y: 27.69  
 01-089-4213 (C) - Cancrinite - (Na<sub>6</sub>(Al<sub>6</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>24</sub>))(Ca(CO<sub>3</sub>))(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub> - Y: 2  
 01-084-2067 (C) - Ankerite - CaMg<sub>0.27</sub>Fe<sub>0.73</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - Y: 21.75 % - d x  
 00-043-0695 (\*) - Kutnohorite, magnesian - Ca(Mn,Mg)(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - Y: 23.19

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA77397-IL55A-LAJA

Muestra: IL55A



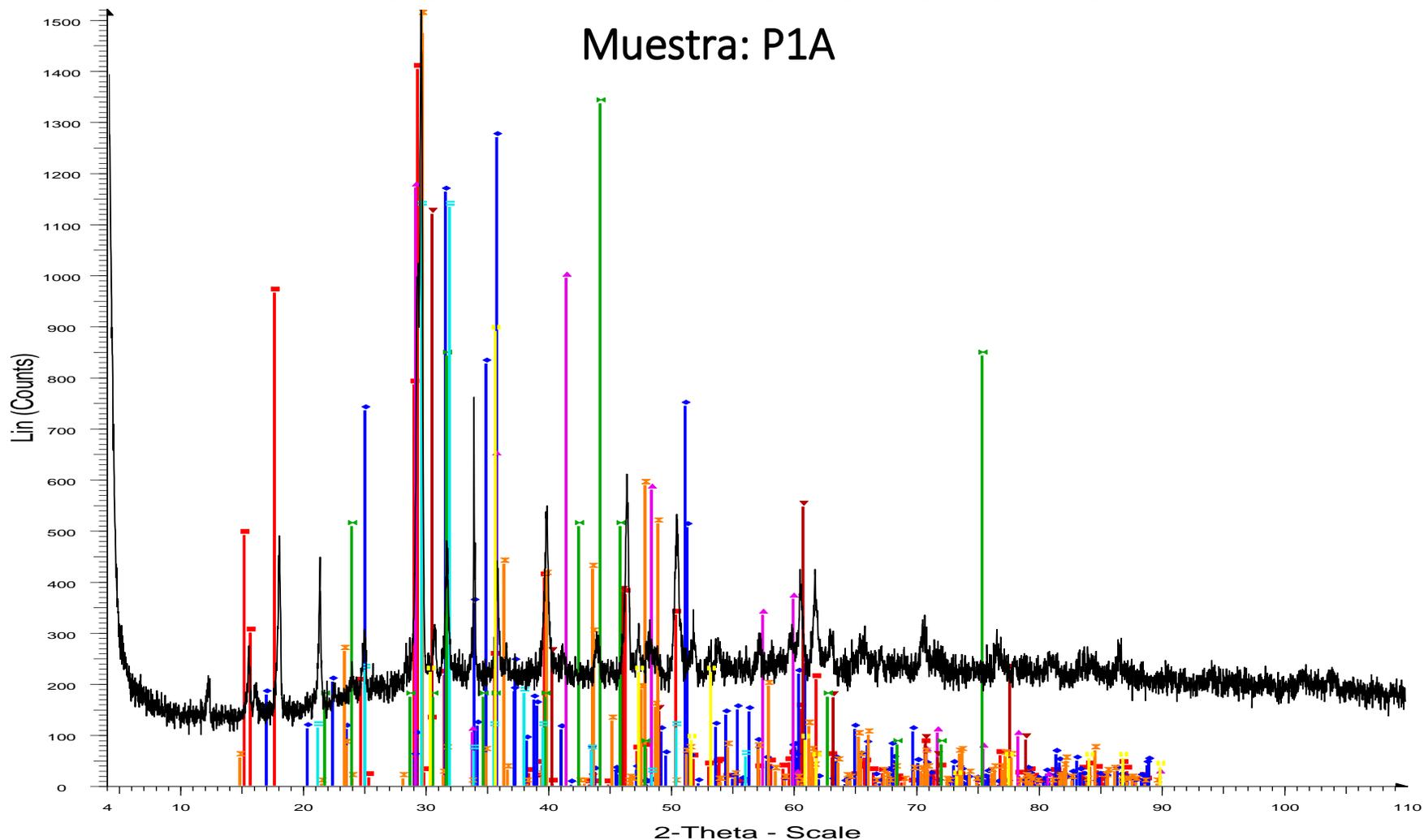
XA77397-IL55A-LAJA - File: XA77397-IL55A-LAJA.raw - Type: 2Th/Th lo  
Operations: Import

01-086-2335 (C) - Calcite, magnesian - (Mg <sub>0.064</sub> Ca <sub>0.936</sub> )(CO <sub>3</sub> ) - Y: 130.4	01-089-1306 (C) - Magnesium Calcium Carbonate - (Mg <sub>0.06</sub> Ca <sub>0.94</sub> )(CO
01-074-1880 (A) - Wustite, syn - Fe <sub>0.9536</sub> O - Y: 29.26 % - d x by: 1. - WL	
00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO <sub>3</sub> - Y: 52.50 % - d x by: 1. - WL: 1.5406	
00-047-1742 (*) - Liottite - (Na,Ca,K) <sub>24</sub> (Si,Al) <sub>36</sub> O <sub>72</sub> [SO <sub>4</sub> ,Cl,F] <sub>10</sub> - Y: 30.	
01-076-0527 (C) - Wollastonite 1A - Ca <sub>0.966</sub> Mn <sub>0.034</sub> SiO <sub>3</sub> - Y: 41.36 % -	
01-085-1108 (C) - Calcium Carbonate - CaCO <sub>3</sub> - Y: 83.45 % - d x by: 1. -	

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA80744-P1A-Malalo-ofrenda

Muestra: P1A

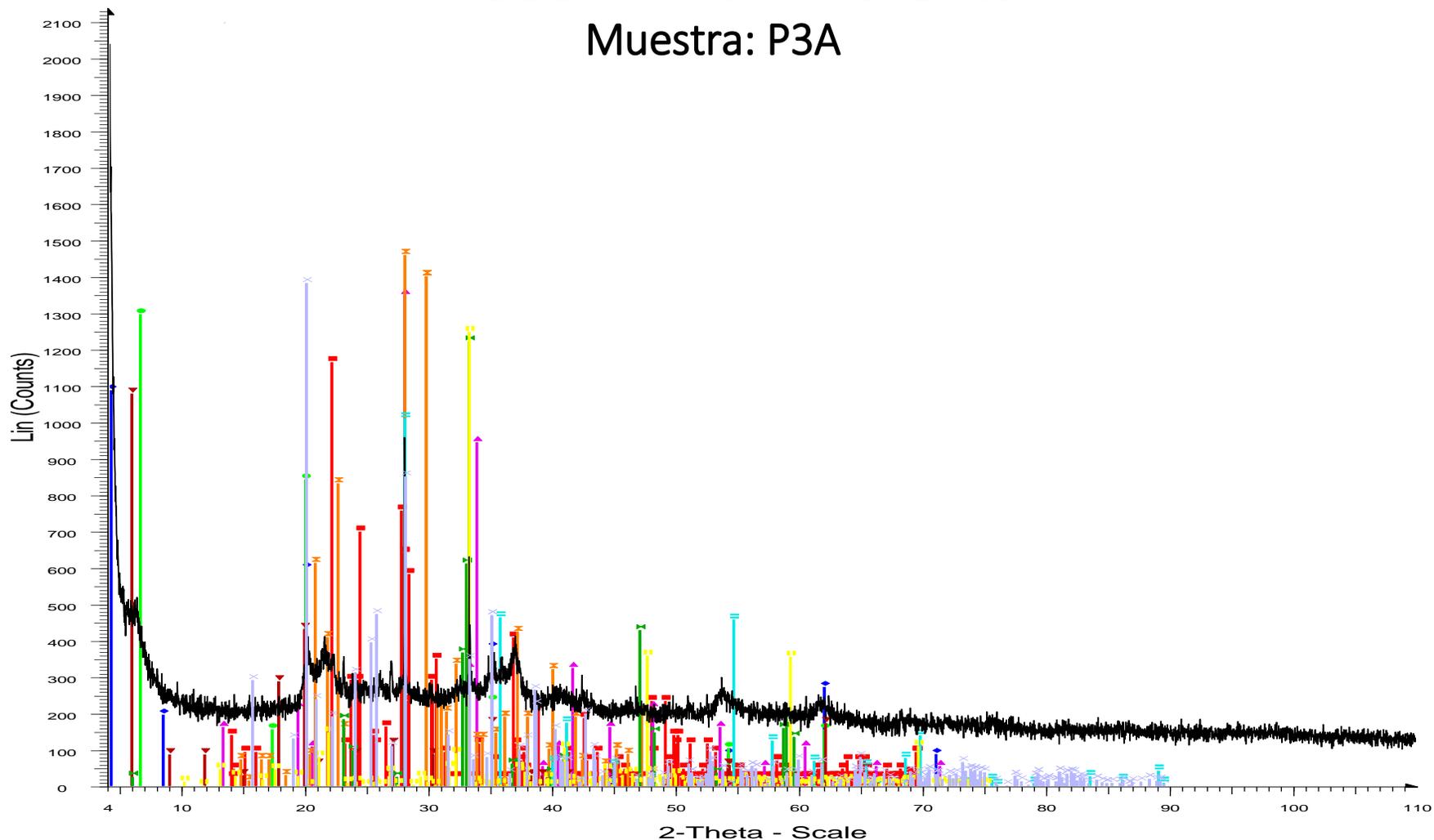


- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>XA80744-P1A-Malalo-ofrenda - File: XA80744-P1A-Malalo-ofrenda.raw - Operations: Import</li> <li>01-082-1875 (C) - Potassium Chromium Sulfate Hydroxide - <math>KCr_3(SO_4)_2</math></li> <li>01-079-1209 (C) - Olivine - <math>Mg_{26}Fe_{1.74}(SiO_4)</math> - Y: 83.61 % - d x by: 1. -</li> <li>01-079-0043 (A) - Sphalerite, syn - <math>ZnS</math> - Y: 77.11 % - d x by: 1. - WL: 1.</li> <li>01-079-1969 (A) - Wuestite, syn - <math>Fe_92O</math> - Y: 65.49 % - d x by: 1. - WL</li> <li>01-080-0371 (A) - Stishovite, syn - <math>SiO_2</math> - Y: 73.73 % - d x by: 1. - WL: 1.</li> <li>01-070-0095 (C) - Calcium Carbonate - <math>CaCO_3</math> - Y: 224.95 % - d x by: 1.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>00-046-0944 (Q) - Carbon - C - Y: 87.98 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - I/Ic</li> <li>00-017-0763 (I) - Calcium Carbonate - <math>CaCO_3</math> - Y: 74.63 % - d x by: 1. -</li> <li>00-003-0865 (N) - Calcium Oxide - <math>CaO</math> - Y: 58.63 % - d x by: 1. - WL:</li> </ul> |
|---|---|

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA80577-P3A-Naranja

Muestra: P3A

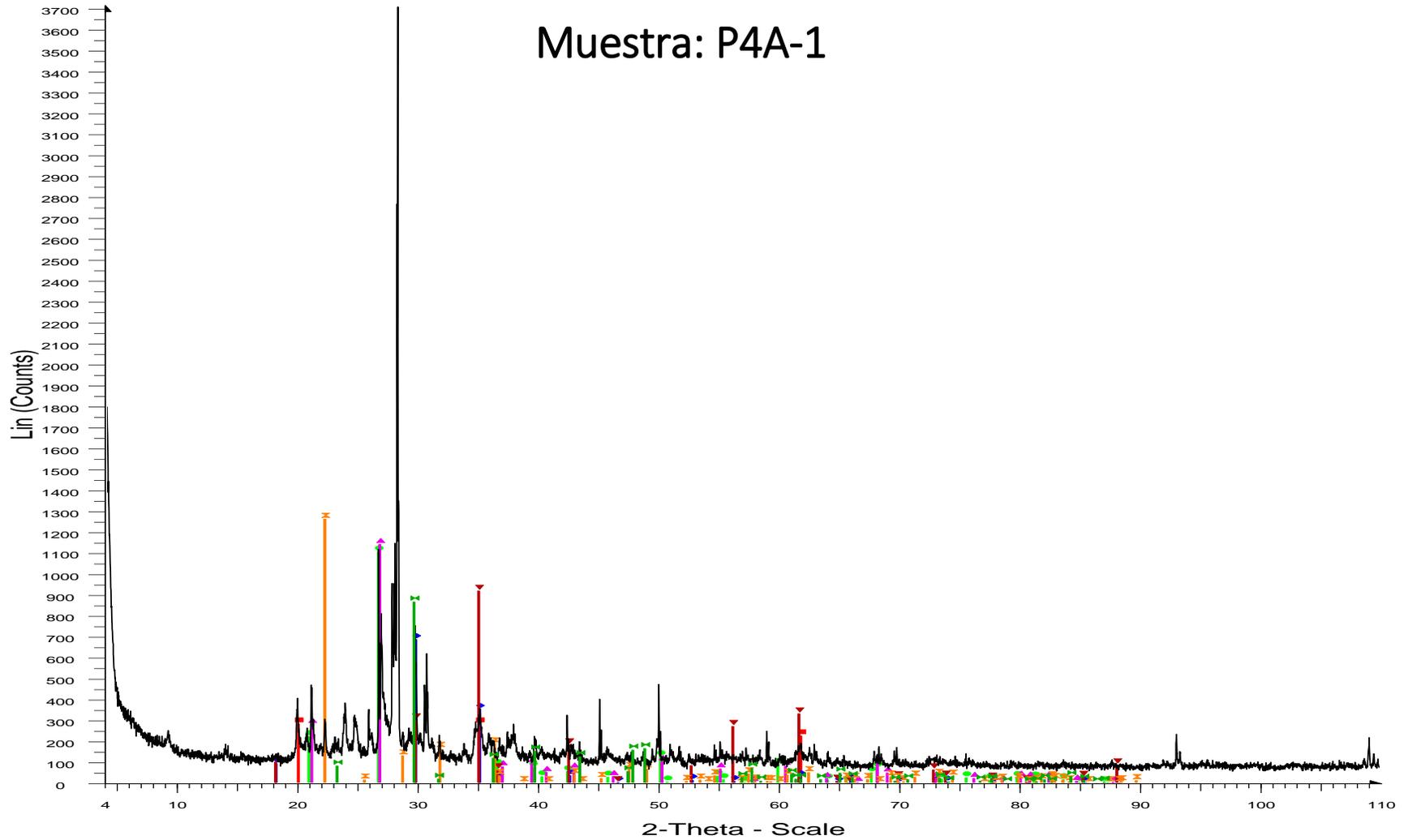


- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>XA80577-P3A-Naranja - File: XA80577-P3A-Naranja.raw - Type: 2Th/Th<br/>Operations: Import</li> <li>00-019-1184 (I) - Albite, ordered - <math>\text{NaAlSi}_3\text{O}_8</math> - Y: 54.57 % - d x by: 1. -</li> <li>00-029-1499 (*) - Montmorillonite-22A - <math>\text{Na}_0.3(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>00-029-1498 (Q) - Montmorillonite-15A - <math>\text{Na}_0.3(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>00-003-0504 (D) - Fairchildite, syn - <math>\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2</math> - Y: 63.23 % - d x by: 1</li> <li>00-022-0956 (N) - Tosudite - <math>\text{Na}_0.3\text{Al}_6(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}</math> - Y: 67.3</li> <li>00-048-0834 (I) - Potassium Aluminum Arsenate - <math>\text{KAlAs}_2\text{O}_7</math> - Y: 68.37</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>00-040-0131 (I) - Calcium Iron Titanium Oxide - <math>\text{Ca}_4\text{Fe}_2\text{Ti}_2\text{O}_{11}</math> - Y: 57.2</li> <li>01-082-0514 (A) - Rutile - <math>\text{TiO}_2</math> - Y: 47.33 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - T</li> <li>01-070-0839 (C) - Calcium Aluminum Oxide - <math>\text{Ca}_9(\text{Al}_6\text{O}_{18})</math> - Y: 58.47 %</li> <li>01-082-1572 (A) - Silicon Oxide - <math>\text{SiO}_2</math> - Y: 64.76 % - d x by: 1. - WL: 1.5</li> </ul> |
|---|---|

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA80520-P4A-verde

Muestra: P4A-1

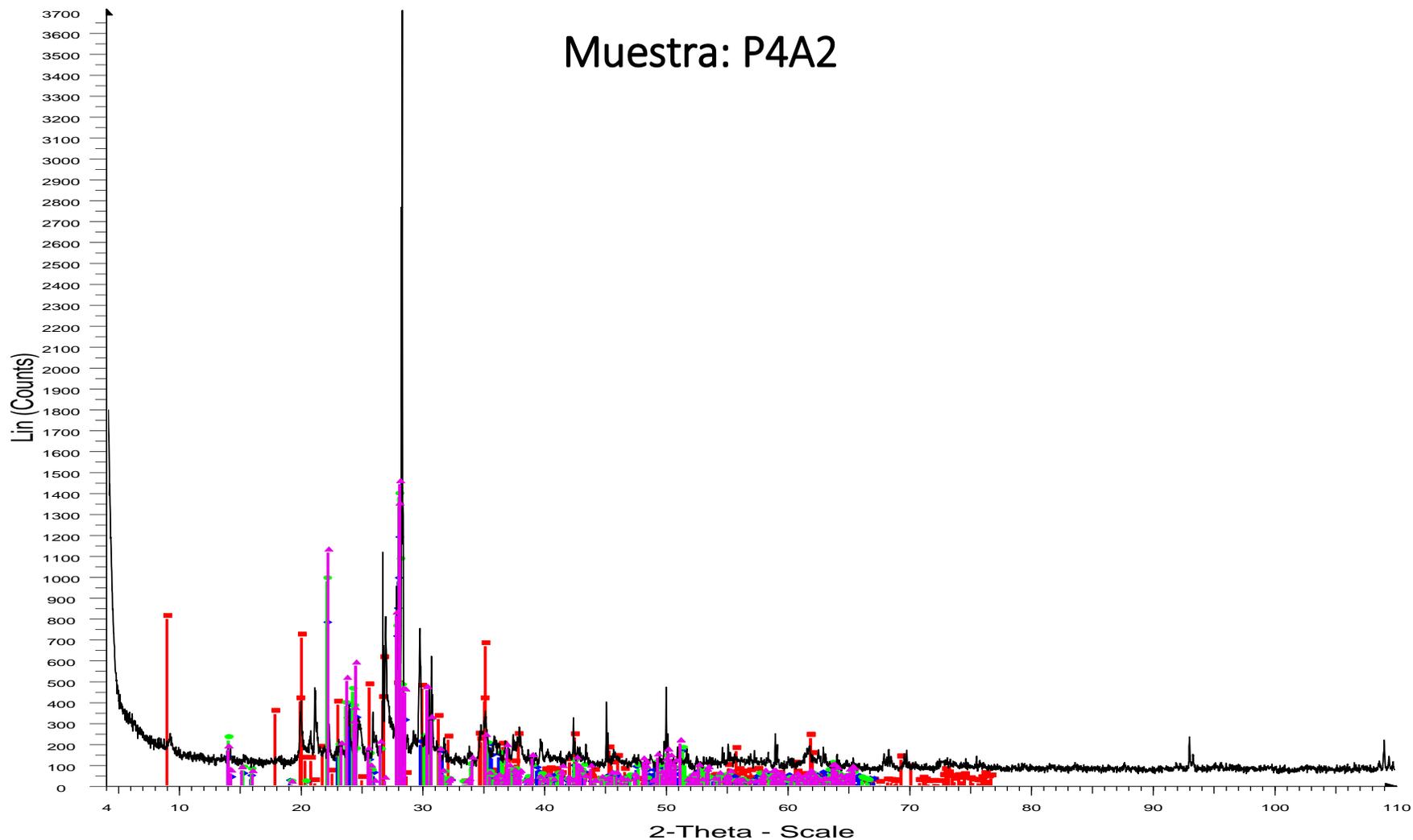


- ▲ XA80520-P4A-verde - File: XA80520-P4A-verde.raw - Type: 2Th/Th lock  
 Operations: Import
- 00-002-0227 (D) - Mica - K-Mg-Fe-Al-Si-O-H2O - Y: 7.60 % - d x by: 1. -
  - ◆ 01-089-0951 (C) - Magnetite - Fe3O4 - Y: 18.49 % - d x by: 1. - WL: 1.54
  - 01-085-0457 (A) - Quartz low - alpha-SiO2 - Y: 29.80 % - d x by: 1. - WL:
  - ▲ 01-082-0511 (A) - Quartz - SiO2 - Y: 30.75 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 -
  - ▼ 01-075-1379 (A) - Titanomagnetite, syn - Fe2.25Ti0.75O4 - Y: 24.74 % -
  - ✕ 01-082-1409 (A) - Cristobalite beta, syn - SiO2 - Y: 34.02 % - d x by: 1. -
  - 01-089-1305 (C) - Calcite, magnesium, syn - (Mg0.06Ca0.94)(CO3) - Y:

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

~~XA80520-P4A-verde~~

Muestra: P4A2

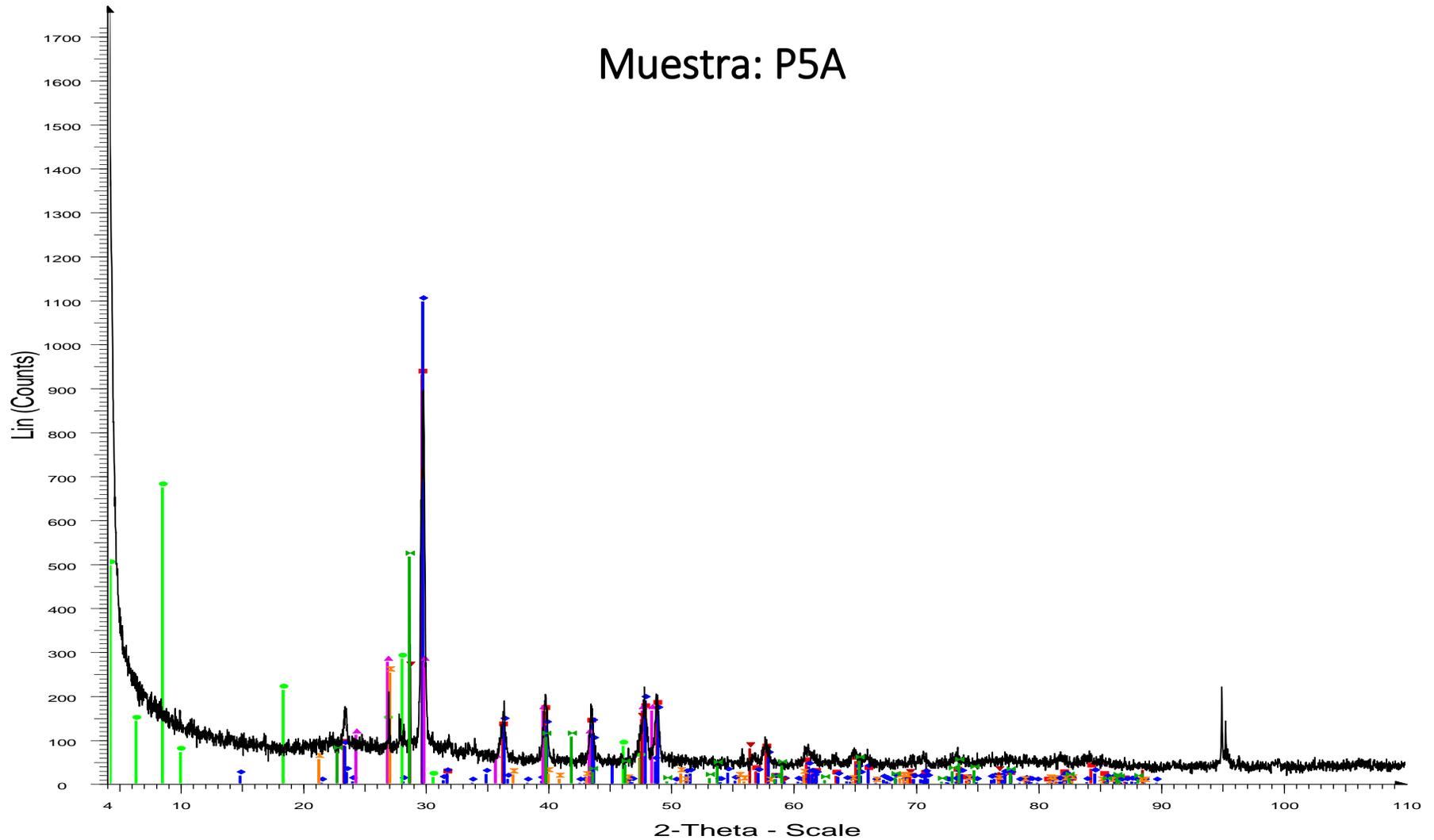


XA80520-P4A-verde - File: XA80520-P4A-verde.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.008 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 36. s - Temp.: 25  
Operations: Import

- 01-089-6216 (C) - Muscovite-2M1 -  $(K_0.727Na_0.170Ca_0.011)(Al_0.933Fe_0.016Mg_0.011)_2(Si_0.782Al_0.221Ti)$  - Y: 21.45 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Mono
- 01-076-0927 (C) - Albite calcian low -  $(Na_0.84Ca_0.16)Al_1.16Si_2.84O_8$  - Y: 31.59 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.15530 - b 12.82060 - c 7.139
- 01-089-6429 (C) - Albite (heat-treated) -  $Na(AlSi_3O_8)$  - Y: 37.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.16000 - b 12.80200 - c 7.13000 - alpha 93.72
- 01-084-0982 (C) - Albite low -  $Na(AlSi_3O_8)$  - Y: 38.84 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Triclinic - a 8.11510 - b 12.76210 - c 7.15760 - alpha 94.200 - beta 11

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X XA74191-P5A

Muestra: P5A

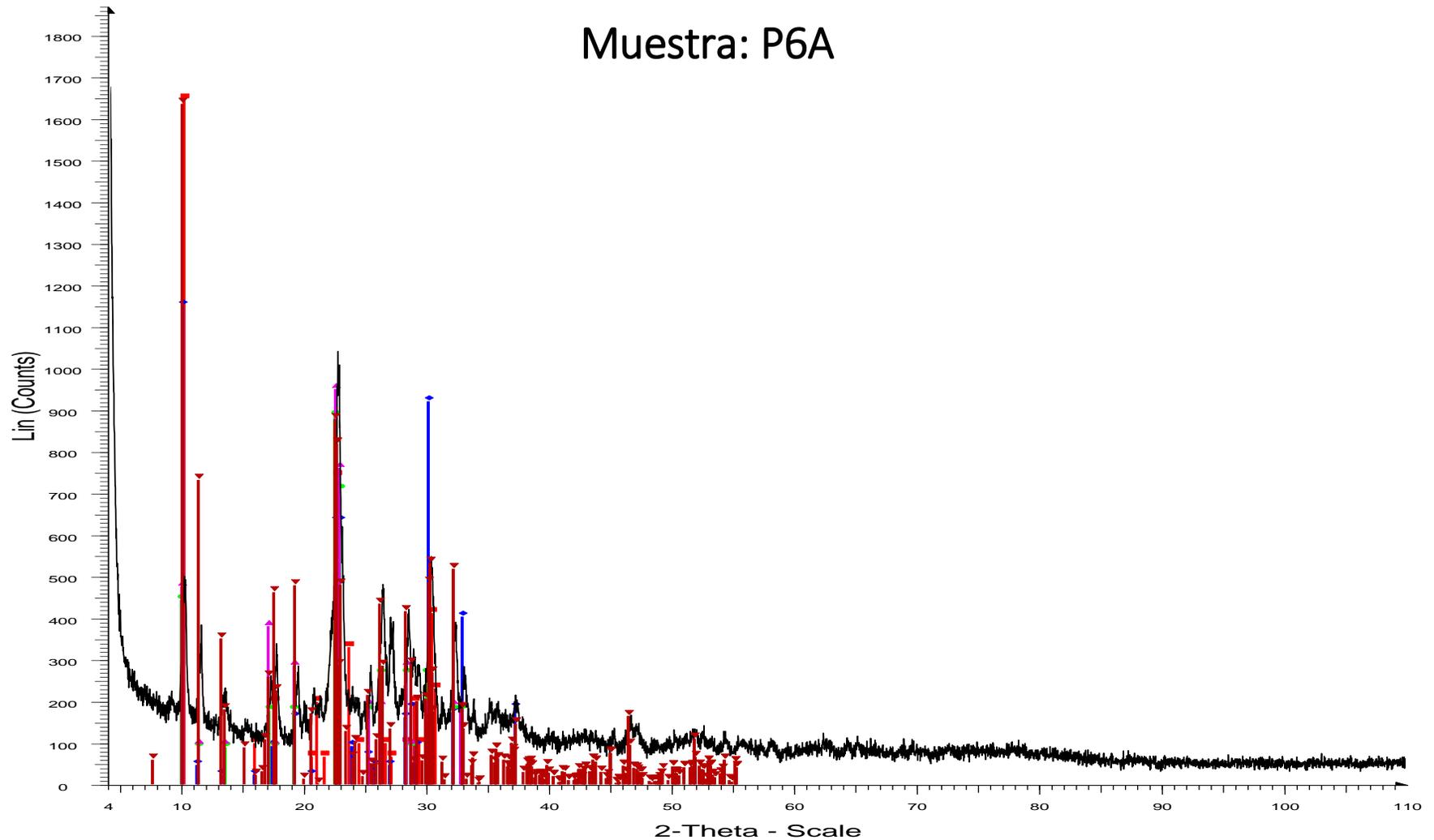


XA74191-P5A - File: XA74191-P5A.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.    
01-079-1915 (A) - Quartz - alpha-SiO<sub>2</sub> - Y: 29.22 % - d x by: 1. - WL: 1.5  
 Operations: Import  
■ 01-089-1305 (C) - Calcite, magnesium, syn - (Mg<sub>0.06</sub>Ca<sub>0.94</sub>)(CO<sub>3</sub>) - Y:  
◆ 01-070-0095 (C) - Calcium Carbonate - CaCO<sub>3</sub> - Y: 62.12 % - d x by: 1. -  
● 00-026-0970 (\*) - Tarasovite [NR] - NaKAl<sub>8</sub>(Si,Al)<sub>16</sub>O<sub>40</sub>(OH)<sub>8</sub>·2H<sub>2</sub>O - Y:  
▲ 00-028-0775 (Q) - Calcium Oxide - CaO - Y: 15.64 % - d x by: 1. - WL: 1.  
▼ 01-078-2500 (A) - Silicon - Si - Y: 14.90 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cu  
◊ 01-083-2469 (A) - Quartz low, syn - SiO<sub>2</sub> - Y: 14.29 % - d x by: 1. - WL:

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA73169-PGA-Verde

Muestra: P6A



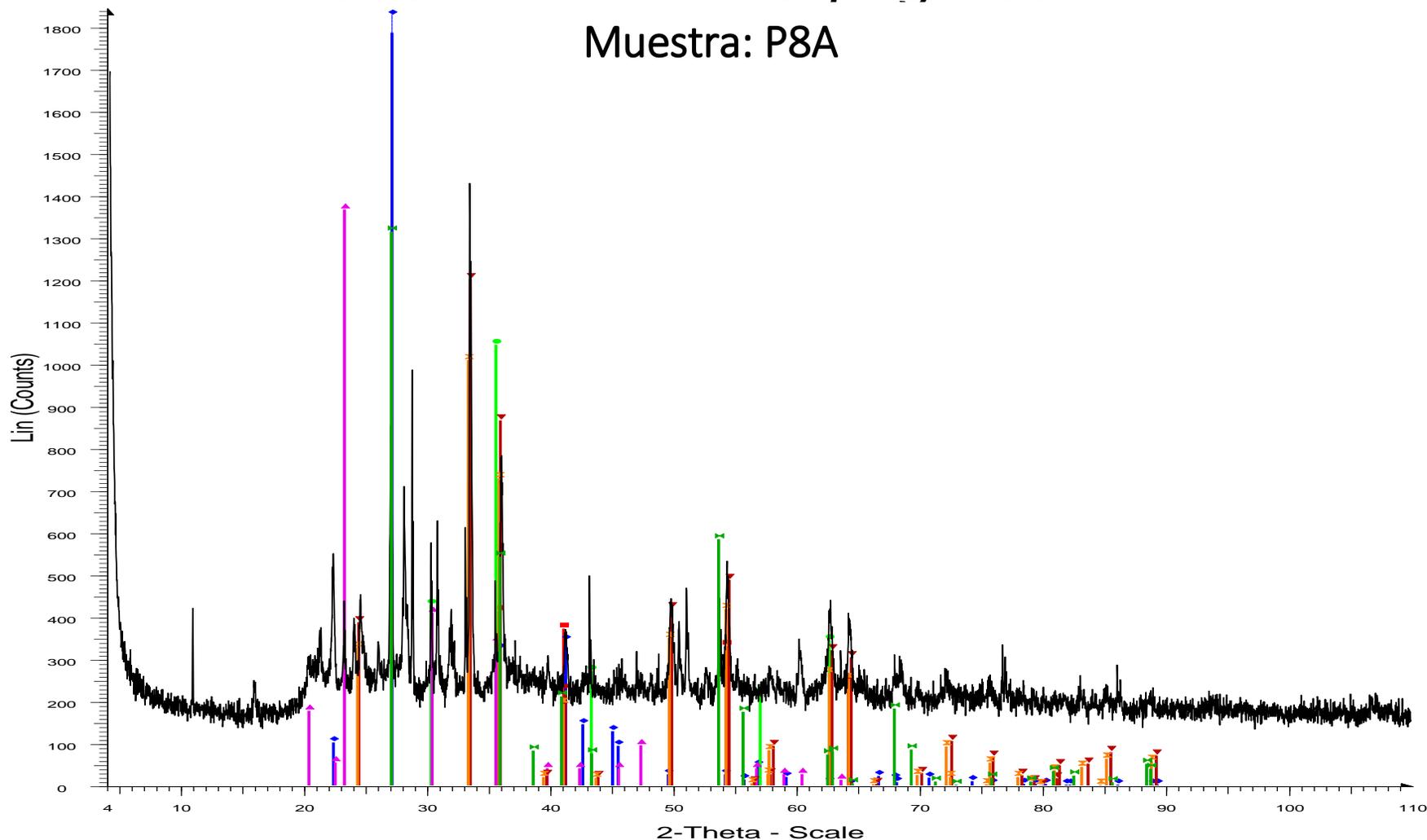
XA73169-PGA-Verde - File: XA73169-PGA-Verde.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.008 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 36. s - Temp.: 2  
Operations: Import

- 00-021-0133 (I) - Calcium Aluminum Silicate Hydrate -  $\text{CaAl}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - Y: 88.29 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic - a 13.22000 - b 17.680
- 00-022-1236 (D) - Clinoptilolite -  $\text{Na}_{2.3}\text{K}_{1.7}\text{Ca}_{0.5}\text{Mg}_{0.2}\text{Al}_{10.2}(\text{Si}_{30}\text{Al}_6)\text{O}_{72}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$  - Y: 61.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 7.41000 - b 17.8
- 00-052-0554 (Q) - Potassium Sodium Calcium Copper Aluminum Silicate Hydrate -  $(\text{K},\text{Na})_x(\text{Ca},\text{Cu},\text{Mg})_z\text{Al}_2\text{Si}_{18.75}\text{O}_{21.5}\cdot x\text{H}_2\text{O}$  - Y: 47.47 % - d x by: 1. -
- 00-052-0555 (Q) - Potassium Sodium Calcium Magnesium Zinc Aluminum Silicate Hydrate -  $(\text{K},\text{Na})_x(\text{Ca},\text{Mg},\text{Zn})_z\text{Al}_2\text{Si}_{18.75}\text{O}_{21.5}\cdot x\text{H}_2\text{O}$  - Y: 50.96 % - d
- 01-079-1461 (C) - Clinoptilolite -  $(\text{Ca}_{1.8}\text{Mg}_{1.6}\text{Na}_{4.24}\text{K}_{.28})(\text{Al}_{8.16}\text{Si}_{27.84}\text{O}_{72})(\text{H}_2\text{O})_{24.88}$  - Y: 87.73 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 17.6280

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

XA80937-P8A-Rojo-quinda

Muestra: P8A

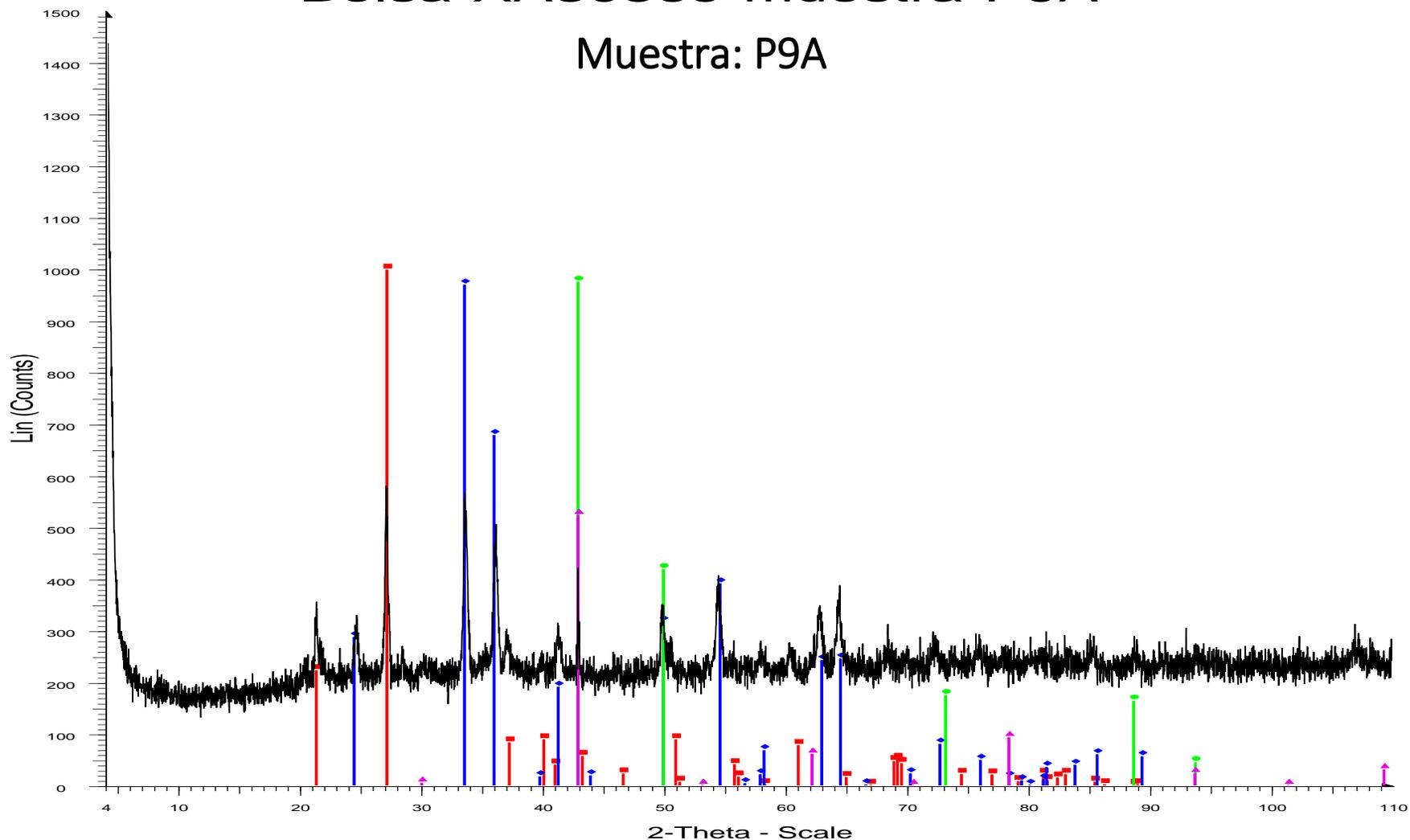


▲ XA80937-P8A-Rojo-quinda - File: XA80937-P8A-Rojo-quinda.raw - Type: ■ 01-080-1501 (A) - Titanium Oxide - TiO<sub>2</sub> - Y: 71.41 % - d x by: 1. - WL: 1  
 Operations: Import  
■ 00-014-0557 (Q) - Iron Manganese Oxide Hydroxide - delta-(Fe<sub>0.67</sub>Mn<sub>0</sub>).  
■ 01-073-1840 (C) - Potassium Nitrate - KNO<sub>2</sub> - Y: 111.30 % - d x by: 1. -  
■ 00-052-0102 (I) - Manganese Zinc Iron Oxide Hydrate - Fe<sub>2</sub>Mn<sub>0.5</sub>Zn<sub>0.5</sub>.  
■ 00-026-0328 (I) - Calcium Sulfate - alpha-CaSO<sub>4</sub> - Y: 74.24 % - d x by: 1  
■ 01-084-0310 (A) - Iron Oxide - alpha-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 65.30 % - d x by: 1. - W  
■ 01-089-8103 (C) - Hematite, syn - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 54.84 % - d x by: 1. - WL:

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Bolsa-XA80869-muestra-P9A

Muestra: P9A

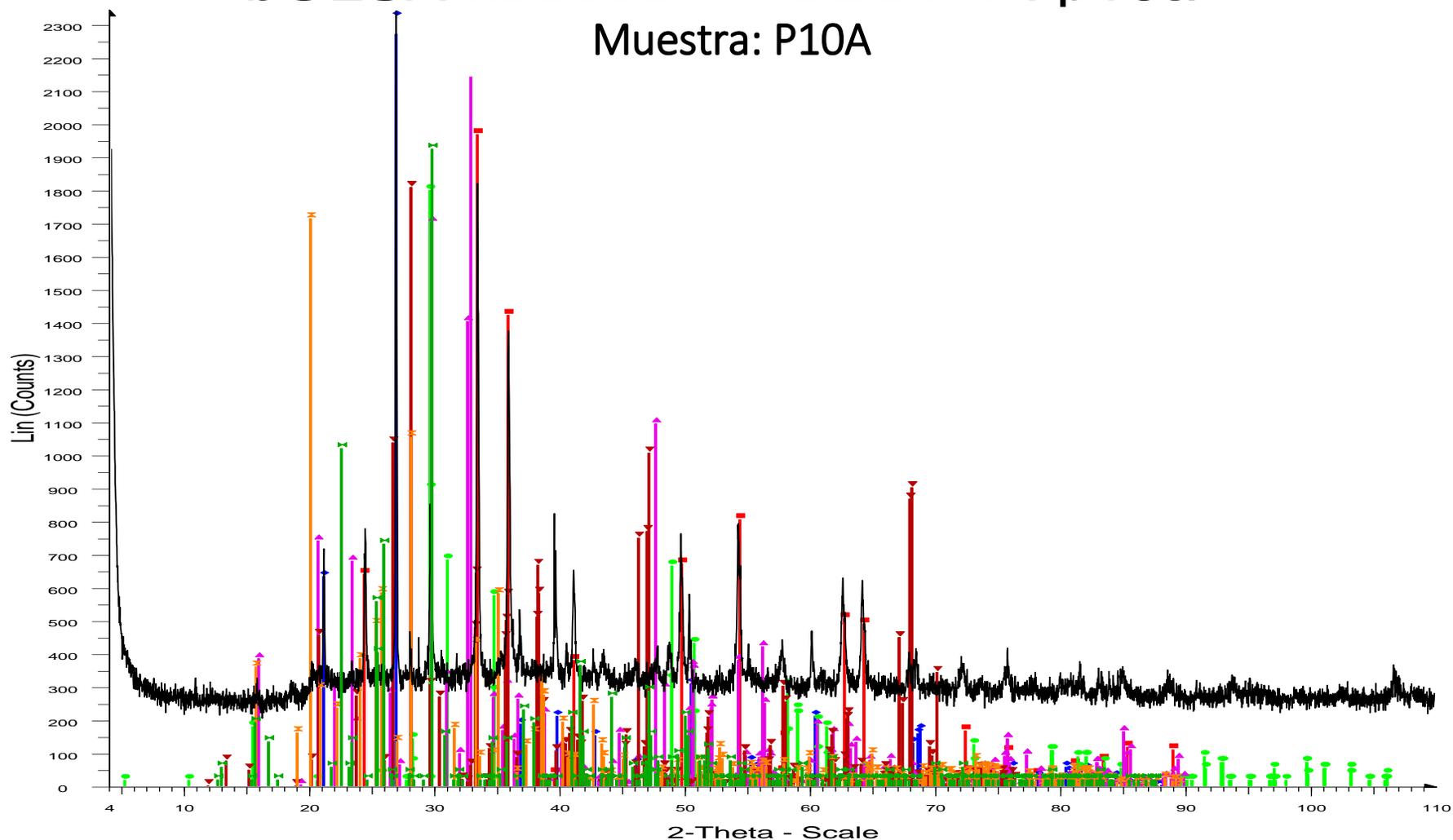


[A] Bolsa-XA80869-muestra-P9A - File: Bolsa-XA80869-muestra-P9A.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.008 ° - Step: 0.019 ° - Step time:  
 Operations: Import  
 [■] 01-070-2536 (A) - Quartz low - SiO<sub>2</sub> - Y: 66.70 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 4.83600 - b 4.83600 - c 5.34400 - alpha 90.000 - beta 90.000  
 [■] 01-084-0311 (C) - Iron Oxide - alpha-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 64.77 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.H.axes - a 5.00160 - b 5.00160 - c 13.62020 - alpha 90.000  
 [■] 03-065-9094 (C) - Iron - gamma-Fe - Y: 65.15 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 3.65440 - b 3.65440 - c 3.65440 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gam  
 [■] 03-065-4398 (C) - Iron Nickel Titanium - Ti<sub>2</sub>FeNi - Y: 34.99 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 2.98500 - b 2.98500 - c 2.98500 - alpha 90.000 - beta

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

bOLSA-xa80904-mUESTRA-p10a

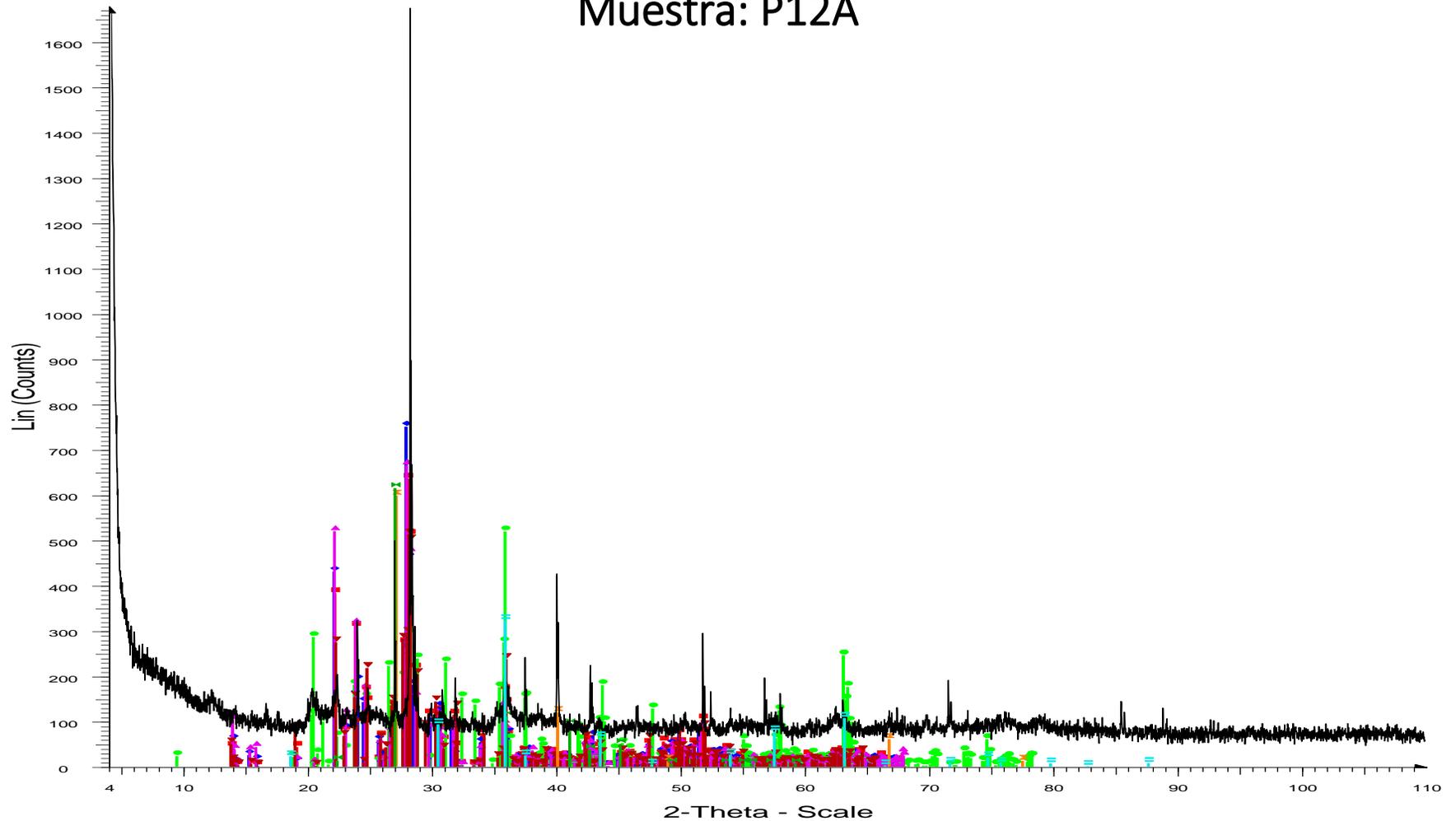
Muestra: P10A



- ▲ bOLSA-xa80904-mUESTRA-p10a - File: bOLSA-xa80904-mUESTRA-p1  
 Operations: Import
- 01-084-0308 (C) - Iron Oxide - alpha-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - Y: 84.08 % - d x by: 1. - W
  - ▲ 01-078-1254 (A) - Quartz low, syn - alpha-SiO<sub>2</sub> - Y: 123.47 % - d x by: 1.
  - ▲ 00-047-0284 (N) - Manganese Yttrium Tantalum Oxide - Y<sub>2</sub>Mn<sub>0.66</sub>Ta<sub>1.3</sub>
  - ▲ 01-087-1256 (A) - Calcium Silicate - gamma-Ca<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>) - Y: 96.18 % - d
  - ▼ 01-072-1447 (A) - Kyanite - Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> - Y: 77.26 % - d x by: 1. - WL: 1.540
  - ▲ 01-082-1572 (A) - Silicon Oxide - SiO<sub>2</sub> - Y: 73.24 % - d x by: 1. - WL: 1.5
  - 00-044-0257 (\*) - Mercury Arsenic Chloride - Hg<sub>2</sub>AsCl<sub>2</sub> - Y: 82.20 % - d

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra: P12A

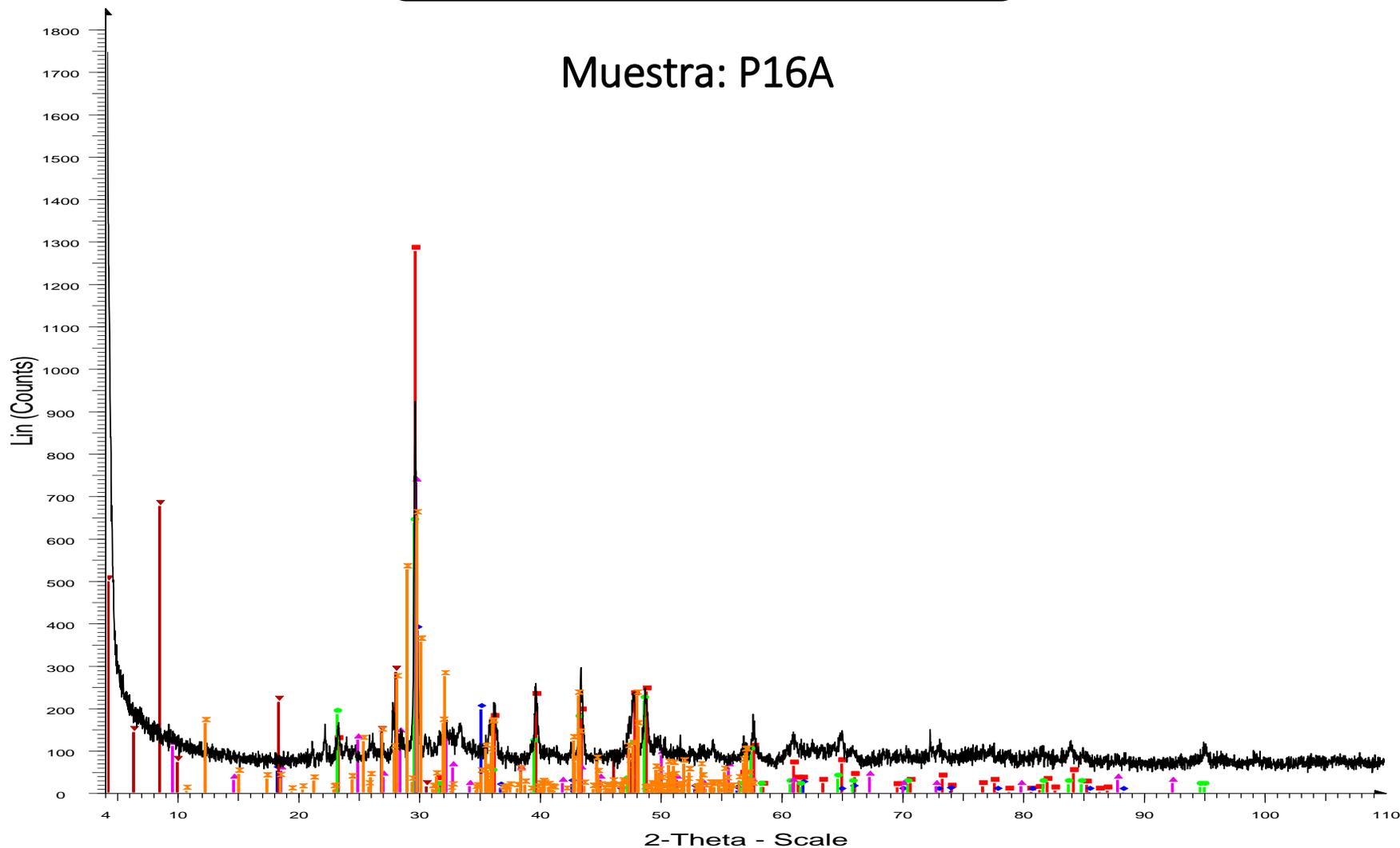


XA49745-PIZA - File: XA49745-PIZA.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4  
 Operations: Import  
 01-083-1372 (C) - Labradorite -  $\text{Ca}_{0.68}\text{Na}_{0.30}(\text{Al}_{1.66}\text{Si}_{2.34}\text{O}_8)$  - Y: 37.9  
 01-076-0926 (C) - Albite calcian low -  $(\text{Na}_{0.75}\text{Ca}_{0.25})(\text{Al}_{1.26}\text{Si}_{2.74}\text{O}_8)$  -  
 01-083-1703 (C) - Margarite 2M1 -  $\text{Ca}_{0.88}\text{Na}_{0.12}\text{Al}_2(\text{Si}_{2.12}\text{Al}_{1.88}\text{O}_{10})$   
 01-071-1150 (C) - Albite high -  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$  - Y: 39.74 % - d x by: 1. - W  
 01-087-1832 (C) - Calcium Manganese Sodium Aluminum Silicate -  $(\text{CaO}$   
 00-038-0449 (Q) - Allophane -  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  - Y: 35.73 % - d x by:

00-001-0668 (D) - Potassium Nitrate Oxide -  $\text{KNO}_2$  - Y: 36.71 % - d x by:  
 01-075-0449 (A) - Magnetite -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  - Y: 19.29 % - d x by: 1. - WL: 1.54

# ANEXO II. DIFRACCIÓN DE RAYOS X XA21136-PIGA

Muestra: P16A



X XA21136-PIGA - File: XA21136-PIGA.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 4.000 ° - End: 110.015 ° - Step: 0.019 ° - Step time: 35.6 s - Temp.: 25 °C (Roo  
 Operations: Import  
■ 01-086-2335 (C) - Calcite, magnesian - (Mg.064Ca.936)(CO<sub>3</sub>) - Y: 69.23 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.H.axes - a 4.96730 - b 4.96730 - c 16.96  
■ 01-089-0951 (C) - Magnetite - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> - Y: 20.71 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 8.49100 - b 8.49100 - c 8.49100 - alpha 90.000 - beta 90.000 - ga  
■ 00-024-0027 (D) - Calcite - CaCO<sub>3</sub> - Y: 34.46 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Rhombo.H.axes - a 4.99000 - b 4.99000 - c 17.00200 - alpha 90.000 - beta 9  
■ 00-029-0329 (N) - Riversideite-9A - Ca<sub>5</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>16</sub>(OH)<sub>2</sub> - Y: 39.62 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic - a 5.57100 - b 3.64100 - c 18.79000 - alpha  
■ 00-026-0970 (\*) - Tarasovite [NR] - NaKAl<sub>8</sub>(Si,Al)<sub>16</sub>O<sub>40</sub>(OH)<sub>8</sub>·2H<sub>2</sub>O - Y: 38.55 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 5.13000 - b 5.13000 - c 44.0  
■ 01-071-2079 (C) - Tilleyite - Ca<sub>5</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> - Y: 35.42 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Monoclinic - a 15.10800 - b 10.24100 - c 7.57900 - alpha 90.000 -

**ANEXO IV. MICROSCOPIA  
ELECTRÓNICA DE BARRIDO-  
MICROANÁLISIS DE RAYOS X**

## ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GFN RKS X60

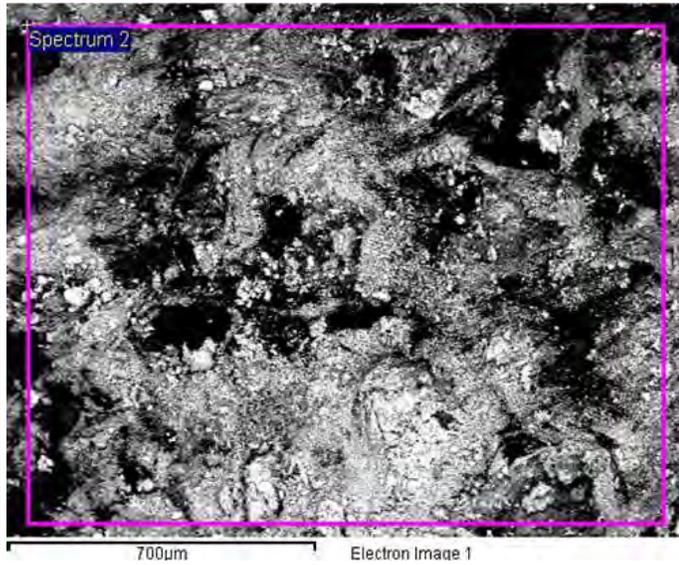
Muestra: **IL4A2**  
 Color: Amarillo  
 Artefacto: Machacador  
 Interpretación: Ocre amarillo (Goethita + arcilla)

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

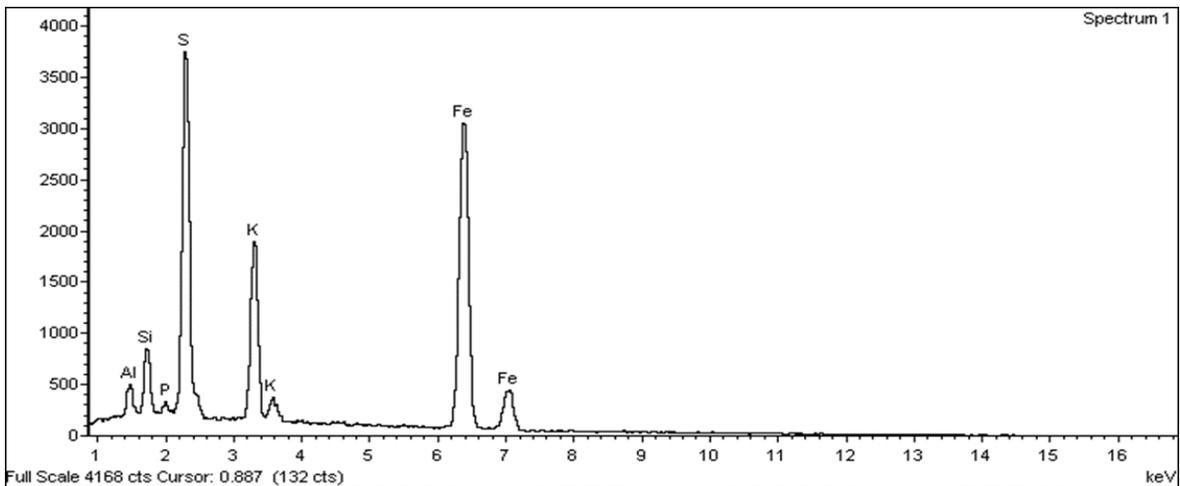
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised)  
 Number of iterations = 2

Standard:

Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Elem	Weight	Atomic	Compd	Formula
Al K	1.20	1.19	2.27	Al2O3
Si K	2.46	2.35	5.26	SiO2
P K	0.36	0.31	0.83	P2O5
S K	13.17	11.01	32.89	SO3
K K	7.93	5.44	9.56	K2O
Fe K	38.24	18.35	49.20	FeO
O	36.63	61.35		
Totals	100.00			



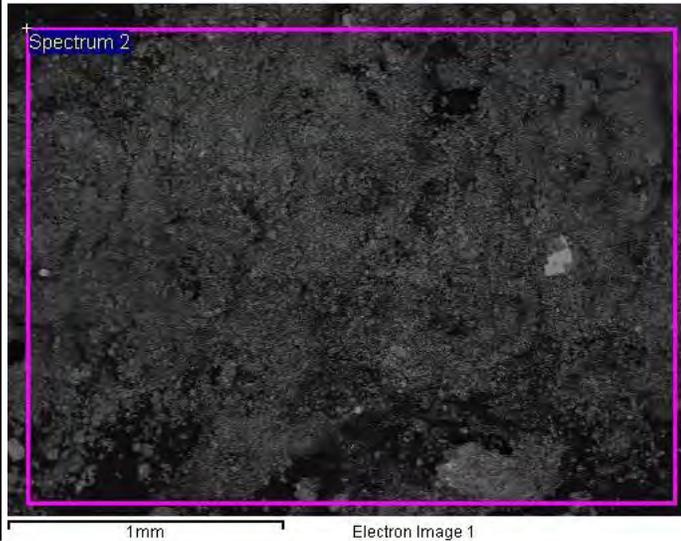
# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X50

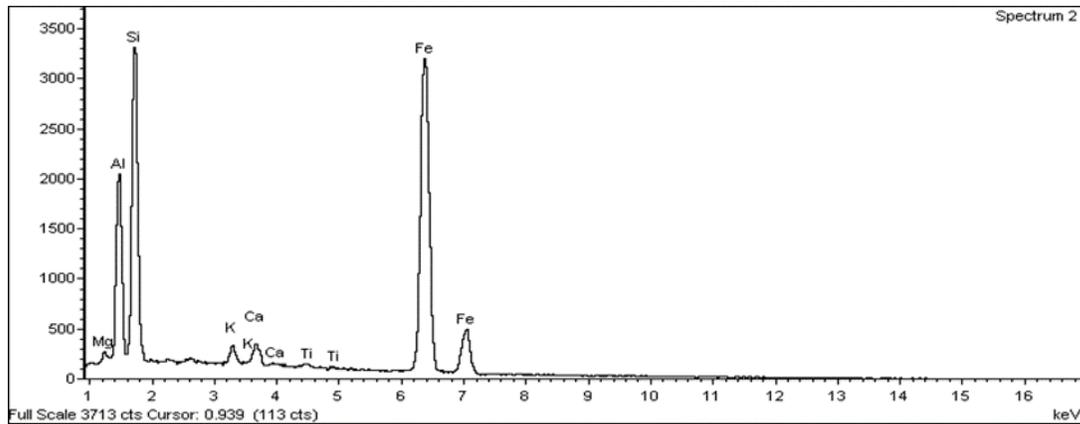
Muestra: **IL17A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Reborde curvo de estuco  
 Interpretación: Tierra Roja (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + arcilla)

Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard :  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	0.49	0.54	0.82	MgO
Al K	7.98	7.85	15.07	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	13.28	12.55	28.40	SiO <sub>2</sub>
K K	0.79	0.53	0.95	K <sub>2</sub> O
Ca K	0.98	0.65	1.37	CaO
Ti K	0.26	0.14	0.43	TiO <sub>2</sub>
Fe K	41.17	19.57	52.97	FeO
O	35.06	58.17		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X4300

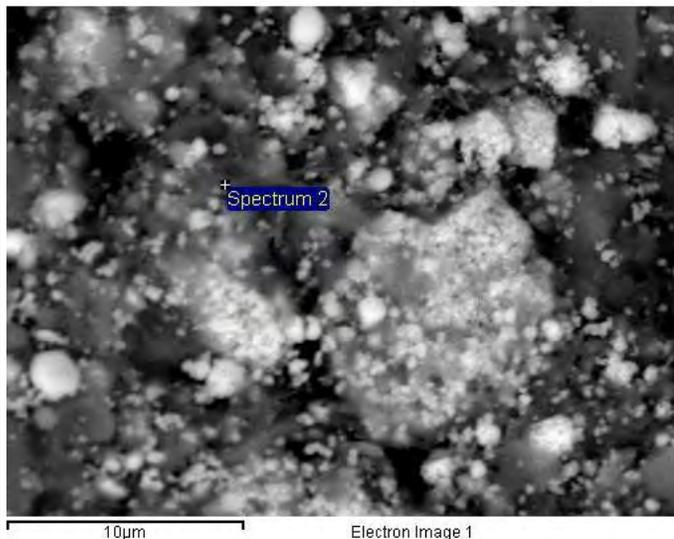
Muestra: **IL17A**  
 Type: Rojo  
 ID: Reborde curvo de estuco  
 DETALLE DEL ANTERIOR

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

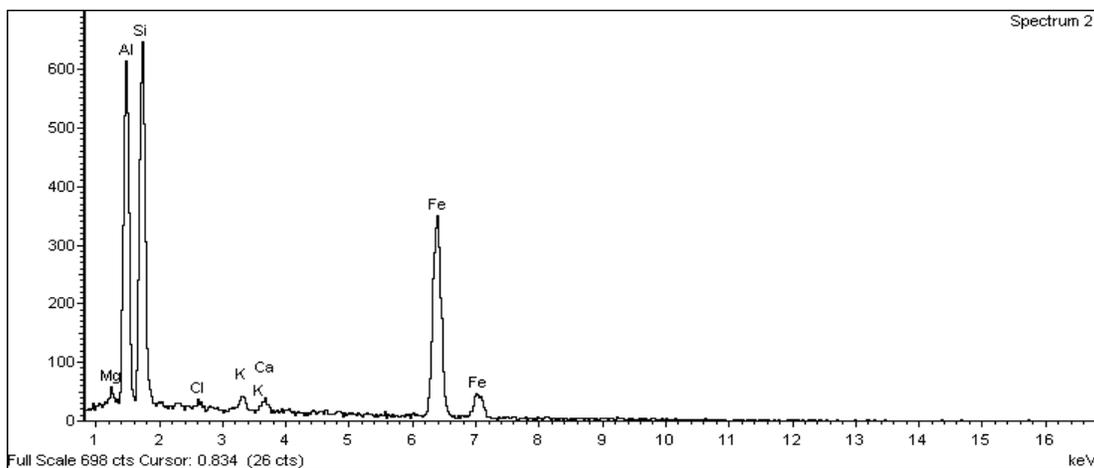
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:

Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Cl KCl 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	0.67	0.67	1.12	MgO
Al K	14.06	12.55	26.56	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	16.29	13.98	34.85	SiO <sub>2</sub>
Cl K	0.42	0.29	0.00	
K K	0.65	0.40	0.78	K <sub>2</sub> O
Ca K	0.56	0.34	0.78	CaO
Fe K	27.58	11.90	35.48	FeO
O	39.77	59.88		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GFN RKS X1600

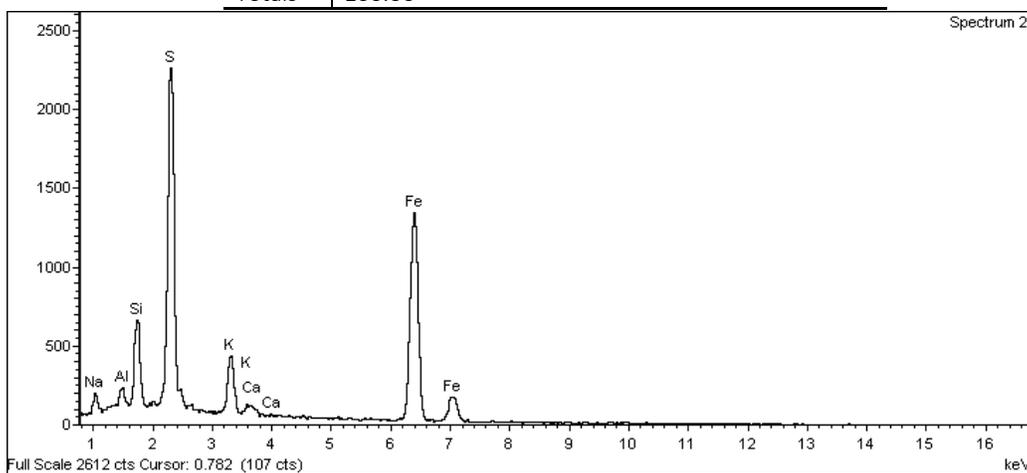
Muestra: **IL19A**  
 Color: Amarillo  
 Artefacto: Alisador  
 Interpretación: Jarosita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:  
 Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM Si  
 SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 AM Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	1.84	2.01	2.48	Na2O
Al K	0.95	0.89	1.80	Al2O3
Si K	4.07	3.64	8.70	SiO2
S K	16.12	12.64	40.25	SO3
K K	3.32	2.13	4.00	K2O
Ca K	0.40	0.25	0.56	CaO
Fe K	32.81	14.78	42.21	FeO
O	40.49	63.65		
Totals	100.00			



## ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GFN RKS X1600

Muestra: **IL22A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Alisador  
 Interpretación: Hematita + Calcita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

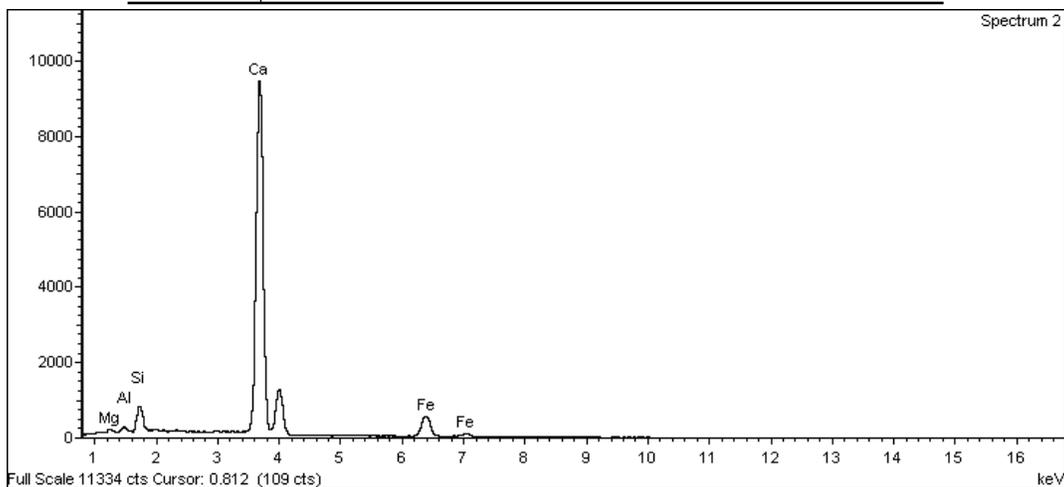
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	0.52	0.60	0.86	MgO
Al K	0.54	0.56	1.02	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	3.03	3.01	6.48	SiO <sub>2</sub>
Ca K	56.48	39.30	79.03	CaO
Fe K	9.81	4.90	12.62	FeO
O	29.63	51.64		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X90

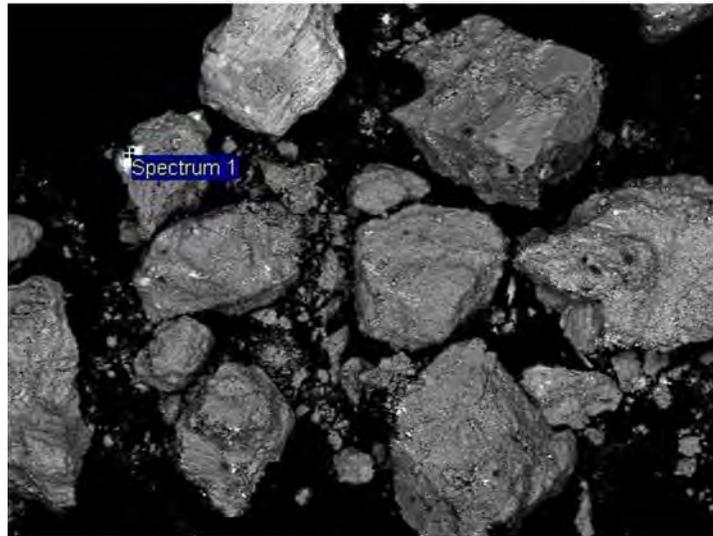
Muestra: **IL28A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Informe  
 Interpretación: Hematita + Calcita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

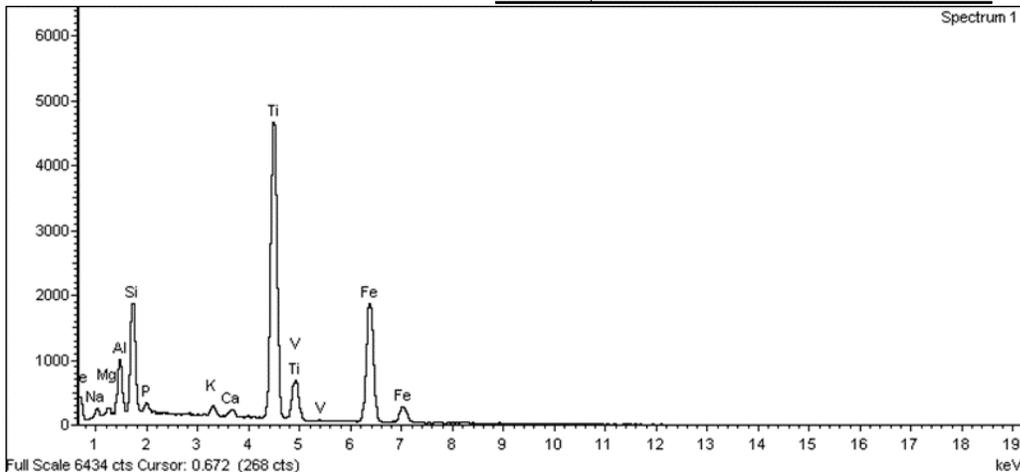
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:

Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 V V 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	1.09	1.26	1.47	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.55	0.60	0.90	MgO
Al K	3.11	3.08	5.88	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	5.98	5.69	12.79	SiO <sub>2</sub>
P K	0.67	0.58	1.53	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K K	0.59	0.40	0.70	K <sub>2</sub> O
Ca K	0.43	0.29	0.61	CaO
Ti K	28.20	15.73	47.05	TiO <sub>2</sub>
V K	0.31	0.16	0.55	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Fe K	22.17	10.60	28.52	FeO
O	36.91	61.61		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X45

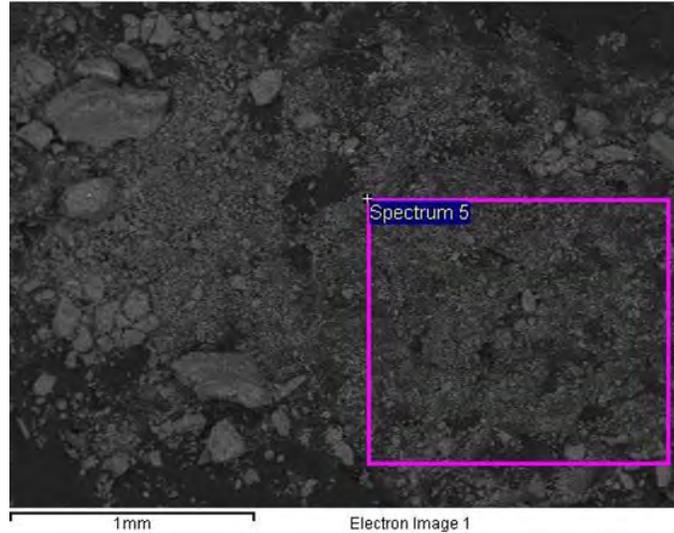
Muestra: **IL43A**  
 Color: Amarillo  
 Artefacto: Alisador  
 Interpretación: Hematita + Calcita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

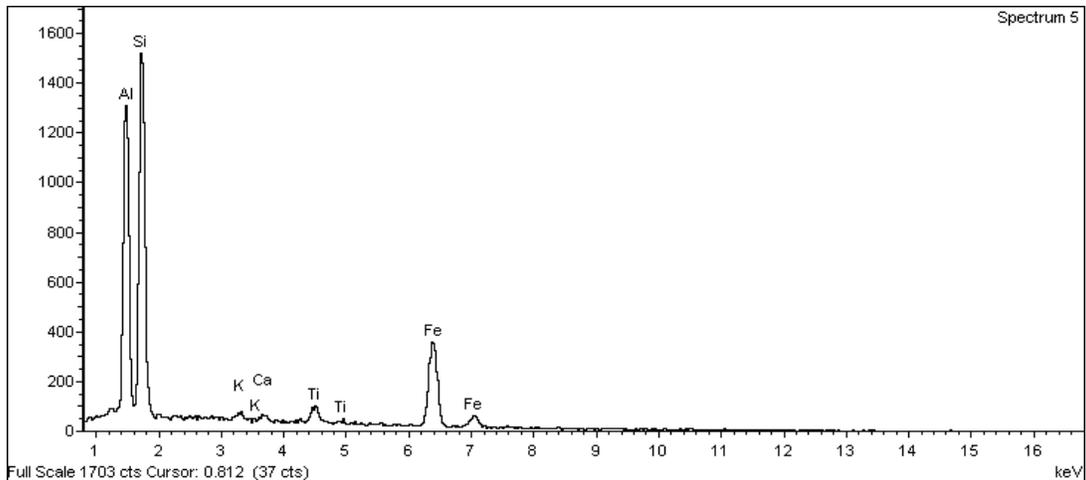
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:

Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	15.45	12.88	29.19	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	21.31	17.07	45.59	SiO <sub>2</sub>
K K	0.42	0.24	0.50	K <sub>2</sub> O
Ca K	0.42	0.24	0.59	CaO
Ti K	1.74	0.82	2.90	TiO <sub>2</sub>
Fe K	16.50	6.65	21.22	FeO
O	44.16	62.10		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X75

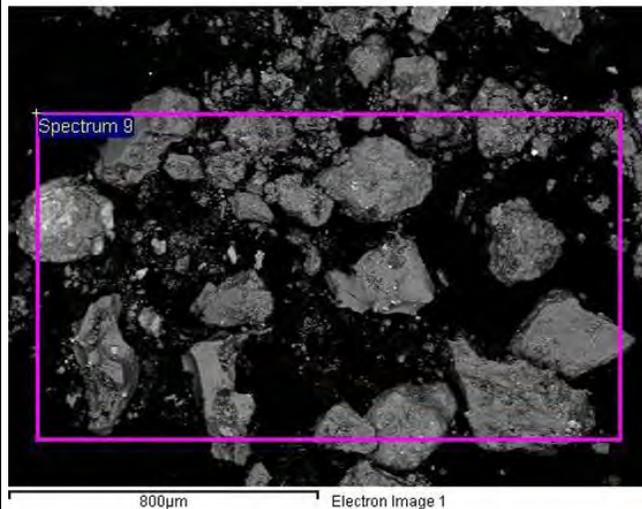
Muestra: **IL53A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Metate  
 Interpretación: Hematita + calcita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

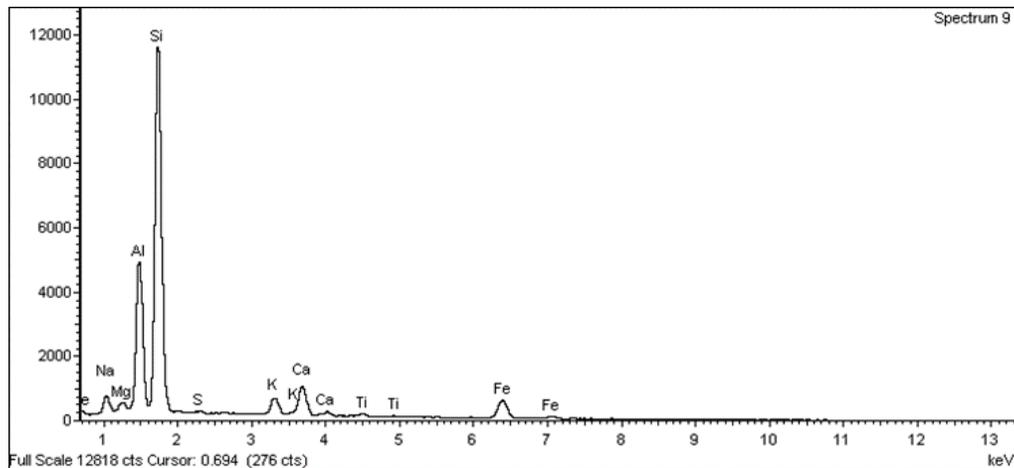
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	2.07	1.91	2.79	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.73	0.64	1.21	MgO
Al K	10.36	8.16	19.58	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	28.77	21.76	61.55	SiO <sub>2</sub>
S K	0.23	0.15	0.58	SO <sub>3</sub>
K K	1.81	0.99	2.18	K <sub>2</sub> O
Ca K	3.35	1.78	4.69	CaO
Ti K	0.41	0.18	0.68	TiO <sub>2</sub>
Fe K	5.24	1.99	6.74	FeO
O	47.02	62.44		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

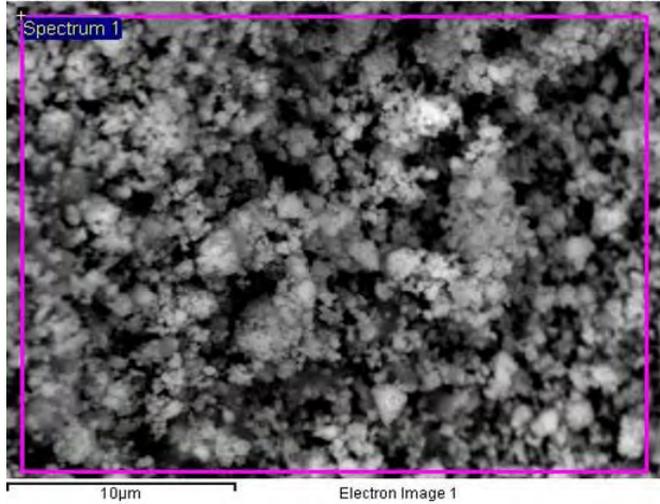
Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN. BKS. X4300

Muestra: **IL64A1**  
 Color: Naranja  
 Artefacto: Metlapil  
 Interpretación: Hematita + calcita

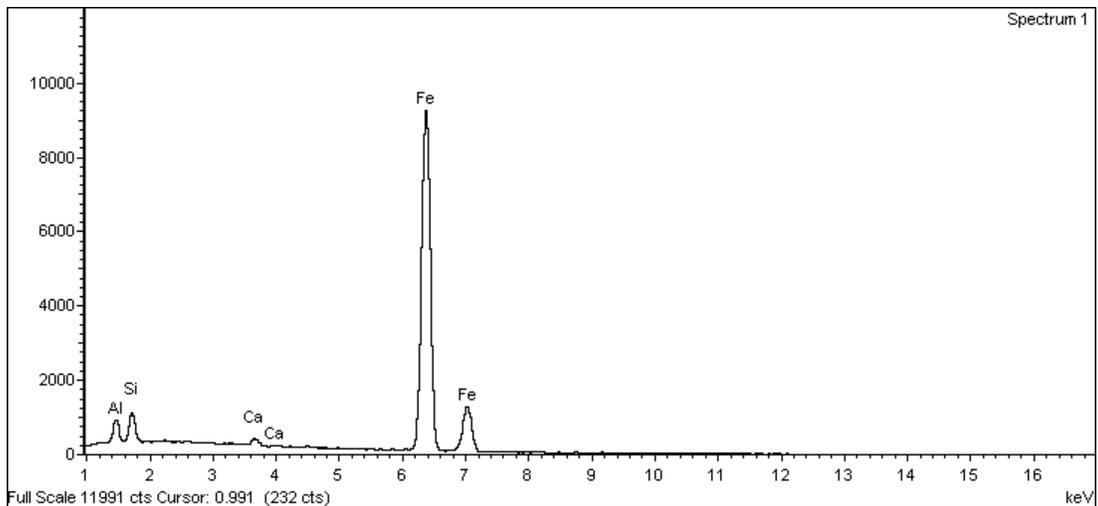
Spectrum processing:  
 No peaks omitted

Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:  
 Standard:  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	1.98	2.47	3.74	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	2.19	2.62	4.68	SiO <sub>2</sub>
Ca K	0.54	0.45	0.75	CaO
Fe K	70.60	42.53	90.83	FeO
O	24.69	51.93		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X600

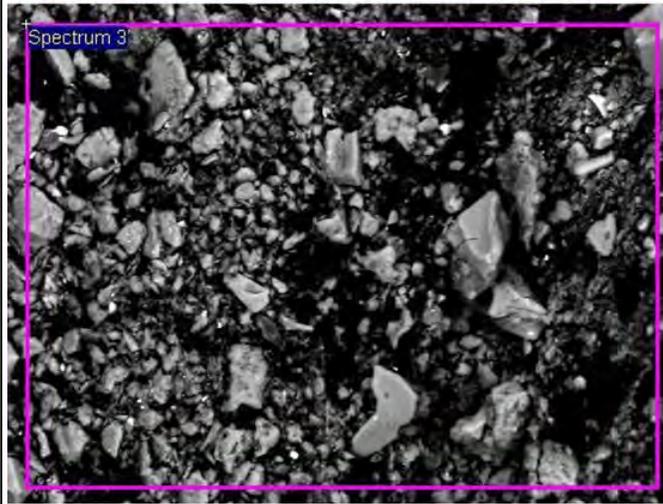
Muestra: **IL64A2**  
 Color: Naranja  
 Artefacto: Metlapil  
 Interpretación: Hematita + calcita

Spectrum processing:  
 Peak possibly omitted: 10.765 keV

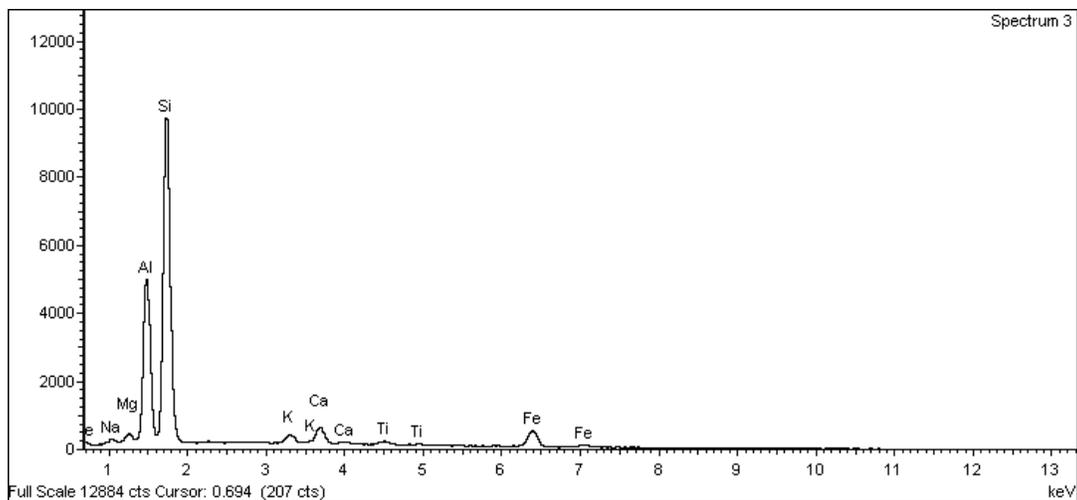
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM Mg  
 MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM Si  
 SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	0.47	0.43	0.63	Na2O
Mg K	0.65	0.56	1.08	MgO
Al K	12.50	9.76	23.62	Al2O3
Si K	29.39	22.05	62.88	SiO2
K K	0.94	0.51	1.14	K2O
Ca K	2.09	1.10	2.93	CaO
Ti K	0.59	0.26	0.98	TiO2
Fe K	5.25	1.98	6.75	FeO
O	48.12	63.36		
Totals	100.00			



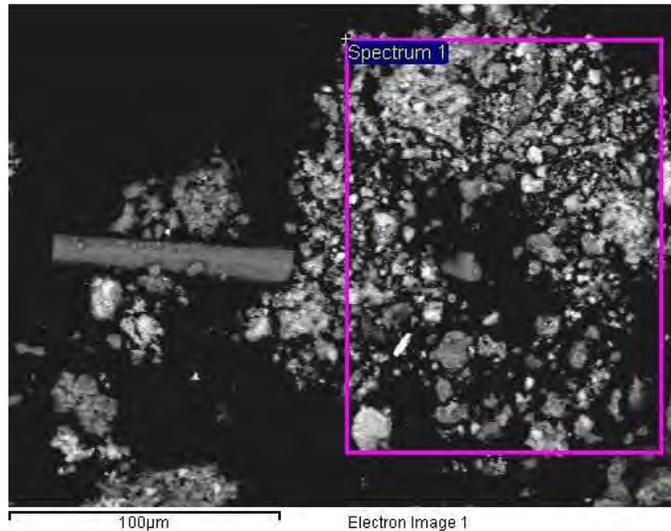
# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X500

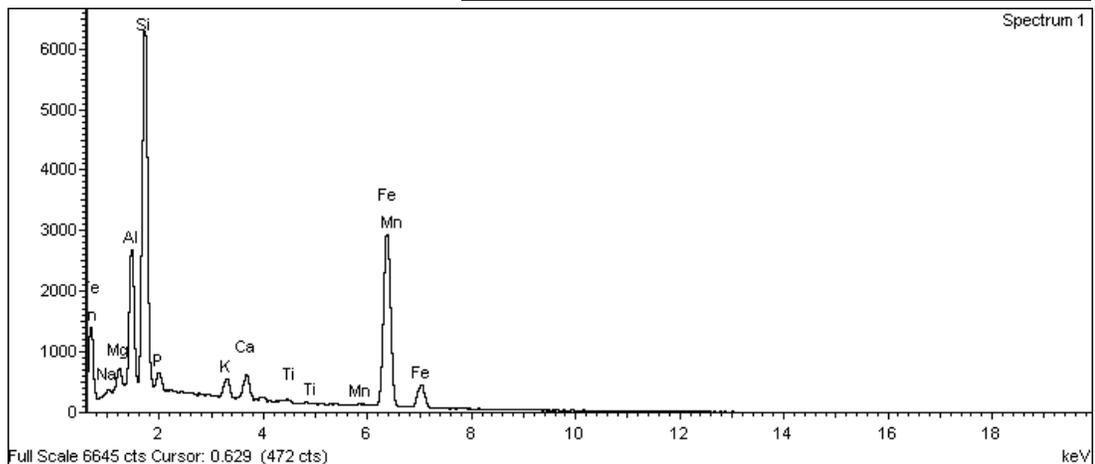
Muestra: **IL64A3**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Metlapil  
 Interpretación: Ilmenita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:  
 Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mn Mn 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	0.43	0.45	0.57	Na2O
Mg K	1.32	1.33	2.19	MgO
Al K	6.99	6.33	13.21	Al2O3
Si K	18.61	16.20	39.80	SiO2
P K	1.26	1.00	2.90	P2O5
K K	1.11	0.70	1.34	K2O
Ca K	1.56	0.95	2.18	CaO
Ti K	0.18	0.09	0.31	TiO2
Mn K	0.30	0.13	0.38	MnO
Fe K	28.85	12.63	37.12	FeO
O	39.39	60.19		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X37

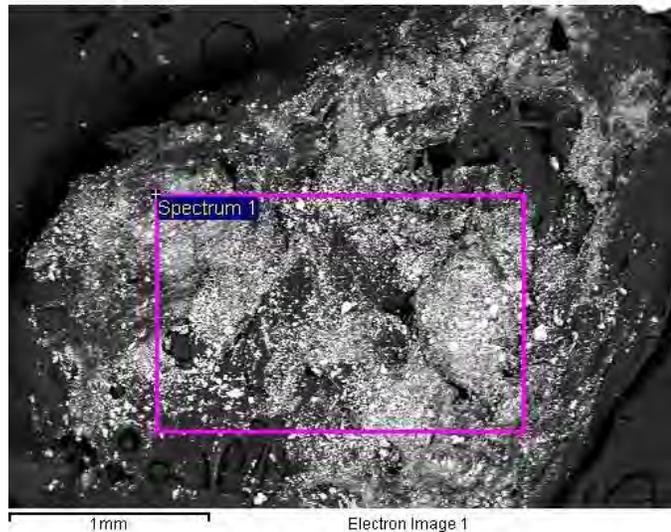
Muestra: **IL65A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Metlapil  
 Interpretación: Hematita + calcita

Spectrum processing:  
 Peaks possibly omitted: 2.310, 2.630 keV

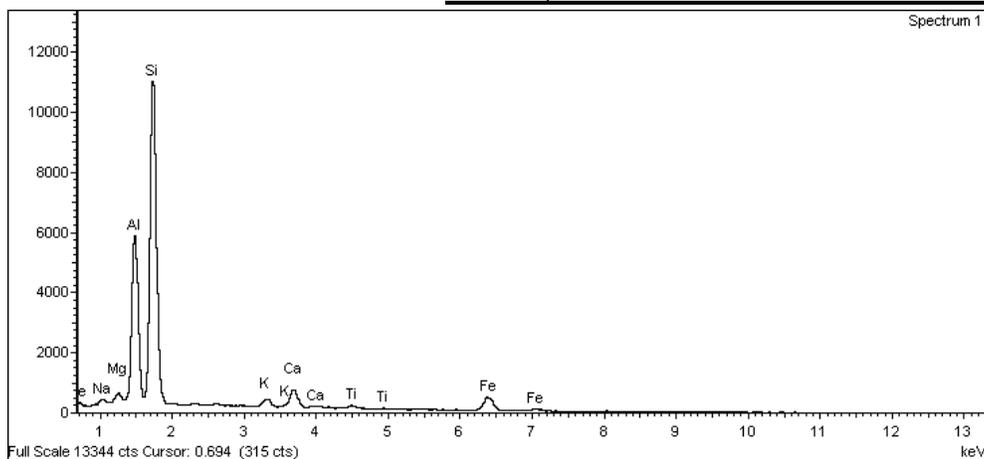
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	0.69	0.63	0.92	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.70	0.61	1.17	MgO
Al K	12.69	9.87	23.98	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	29.48	22.01	63.07	SiO <sub>2</sub>
K K	0.90	0.48	1.09	K <sub>2</sub> O
Ca K	2.32	1.21	3.24	CaO
Ti K	0.51	0.22	0.85	TiO <sub>2</sub>
Fe K	4.42	1.66	5.69	FeO
O	48.29	63.31		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X65

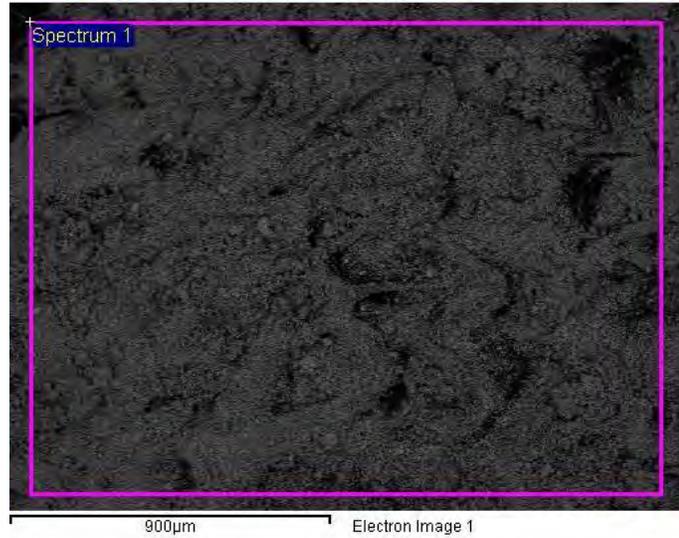
Muestra: **IL66A1**  
 Color: Amarillo  
 Artefacto: Alisador  
 Interpretación: Jarosita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

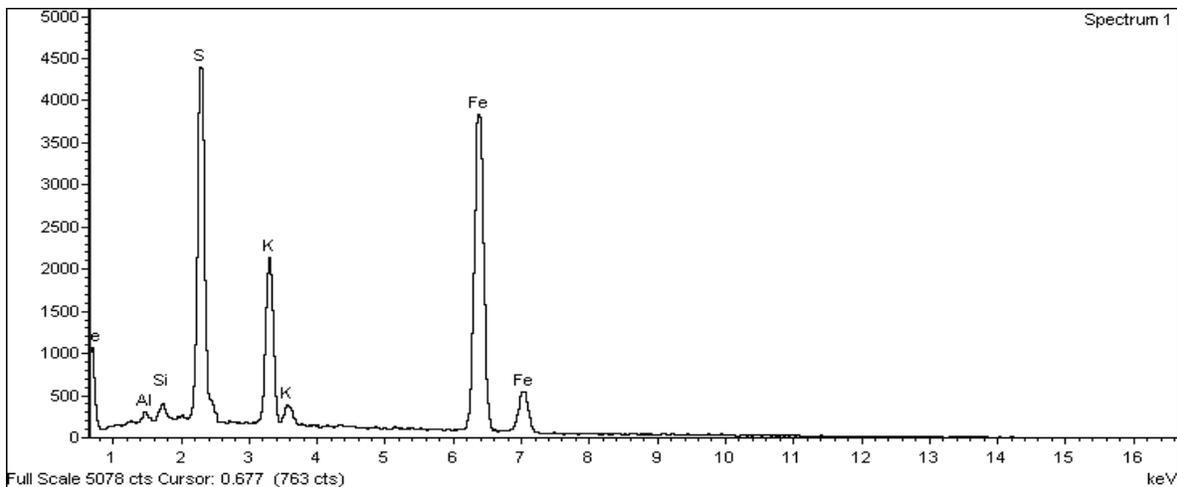
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	0.40	0.41	0.75	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	0.62	0.61	1.33	SiO <sub>2</sub>
S K	13.70	11.79	34.22	SO <sub>3</sub>
K K	7.92	5.59	9.54	K <sub>2</sub> O
Fe K	42.10	20.80	54.16	FeO
O	35.26	60.80		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X4500

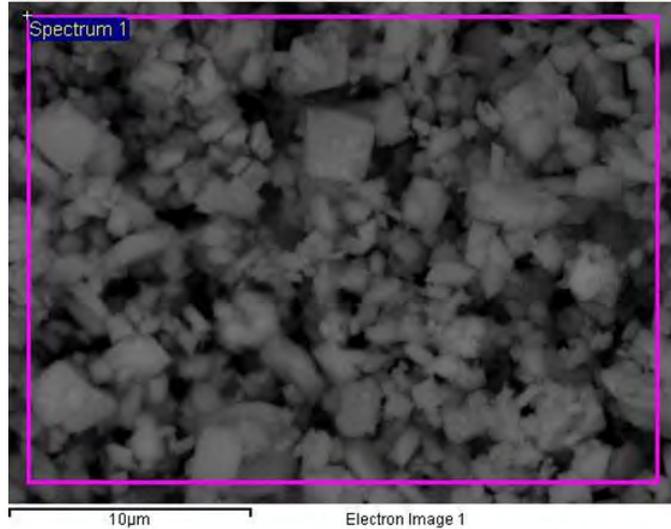
Muestra: **P2A**  
 Color: Amarillo  
 Artefacto: *Spondylus princeps*  
 Interpretación: Jarosita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

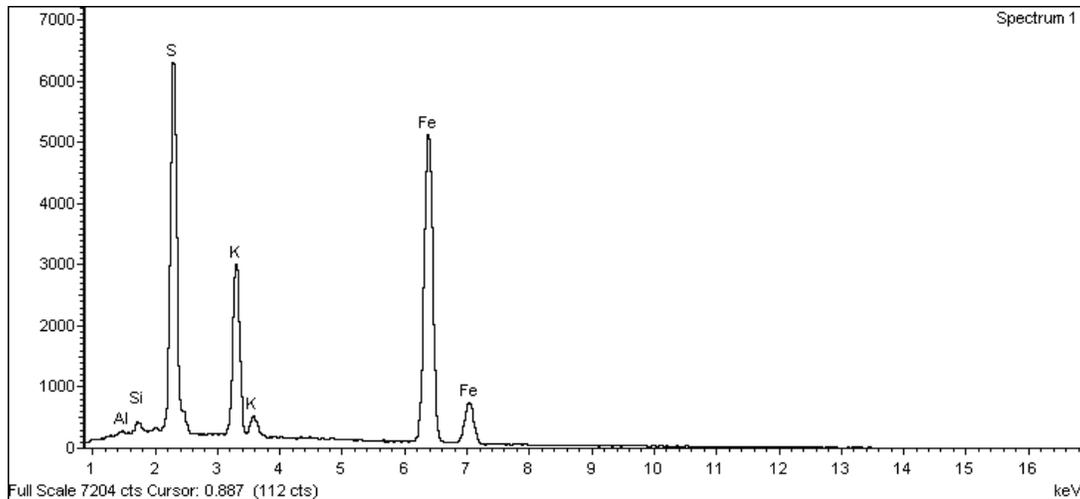
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard :

Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	0.19	0.19	0.35	Al2O3
Si K	0.43	0.42	0.92	SiO2
S K	14.31	12.25	35.73	SO3
K K	8.20	5.76	9.88	K2O
Fe K	41.28	20.30	53.11	FeO
O	35.58	61.07		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X200

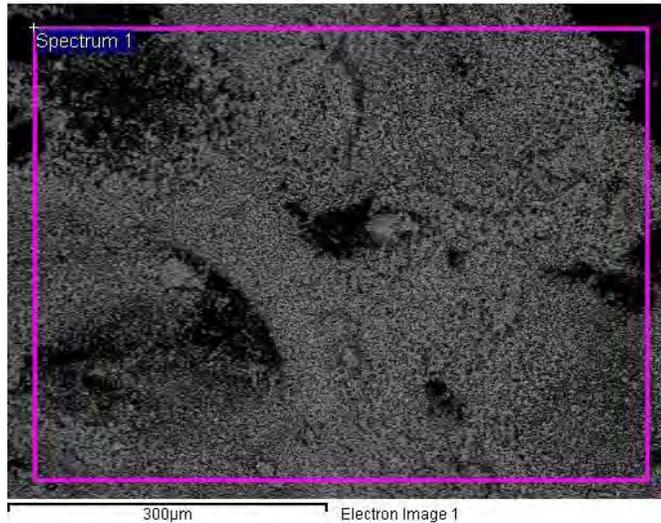
Muestra: **P3A**  
 Color: Naranja  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretacion: Óxidos de hierro + hematita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

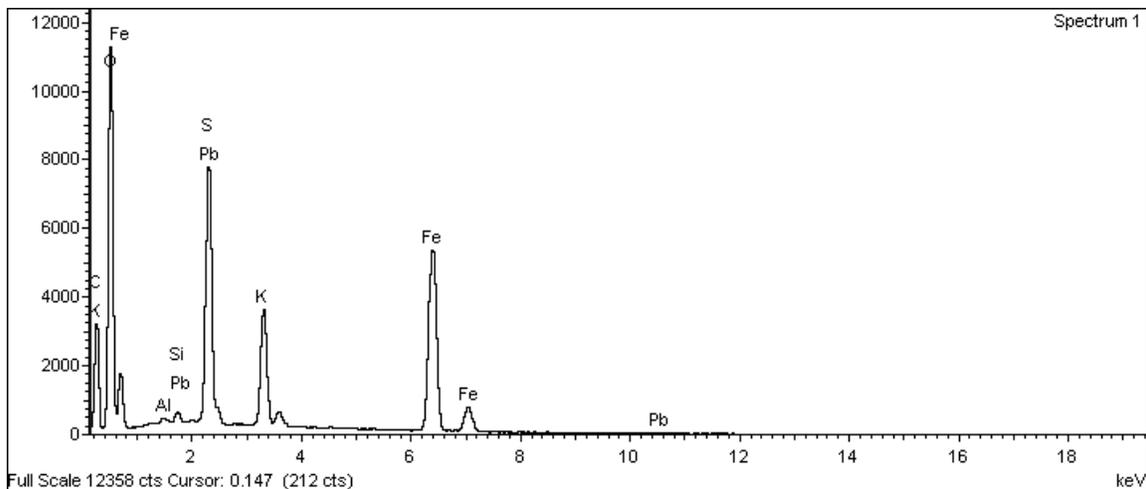
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM  
 Pb PbF2 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	0.29	0.29	0.55	Al2O3
Si K	0.67	0.65	1.44	SiO2
S K	15.07	12.75	37.63	SO3
K K	8.69	6.03	10.47	K2O
Fe K	38.13	18.53	49.05	FeO
Pb M	0.80	0.11	0.86	PbO
O	36.35	61.64		
Totals	100.00			



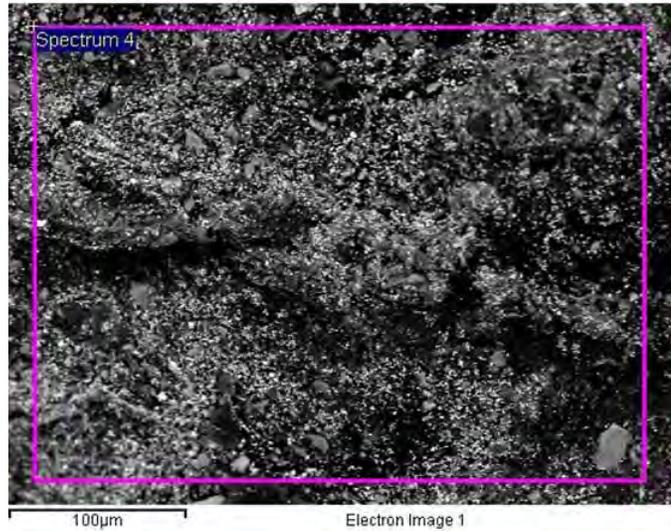
# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X330

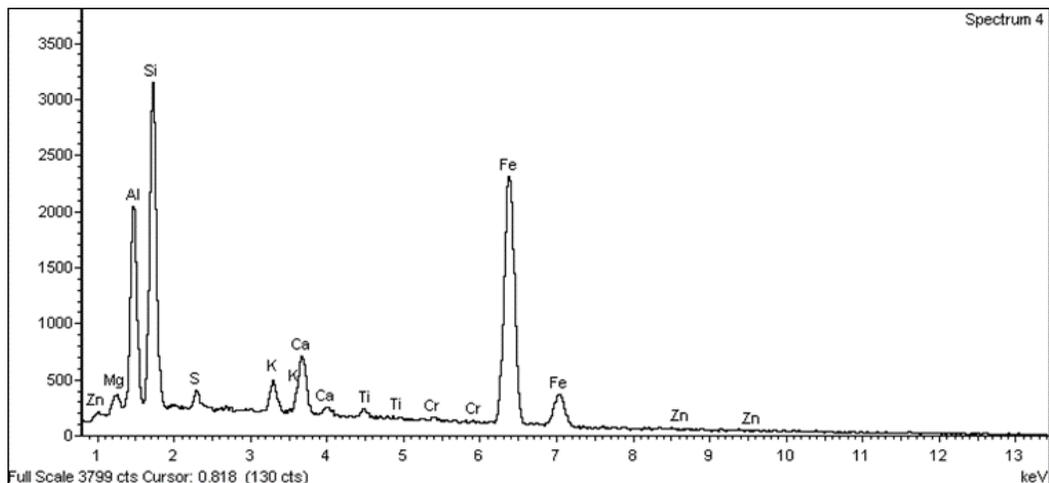
Muestra: **P4A**  
 Color: Verde  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretación: Tierra verde

Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 AM Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Cr Cr 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM  
 Zn Zn 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	0.94	0.99	1.56	MgO
Al K	8.54	8.10	16.14	Al2O3
Si K	13.80	12.57	29.51	SiO2
S K	0.81	0.65	2.02	SO3
K K	1.44	0.94	1.73	K2O
Ca K	3.07	1.96	4.29	CaO
Ti K	0.49	0.26	0.81	TiO2
Cr K	0.30	0.15	0.44	Cr2O3
Fe K	34.12	15.63	43.89	FeO
Zn K	-0.32	-0.13	-0.40	ZnO
O	36.82	58.89		
Totals	100.00			



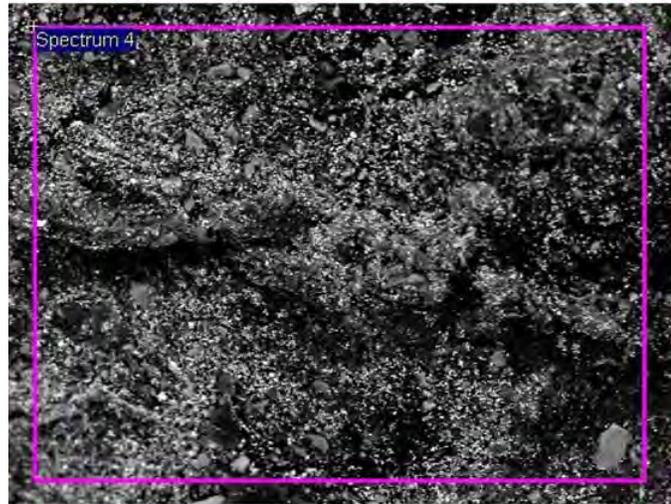
# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X200

Muestra: **P5A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Estuco con pigmento rojo  
 Interpretación: Hematita + Calcita

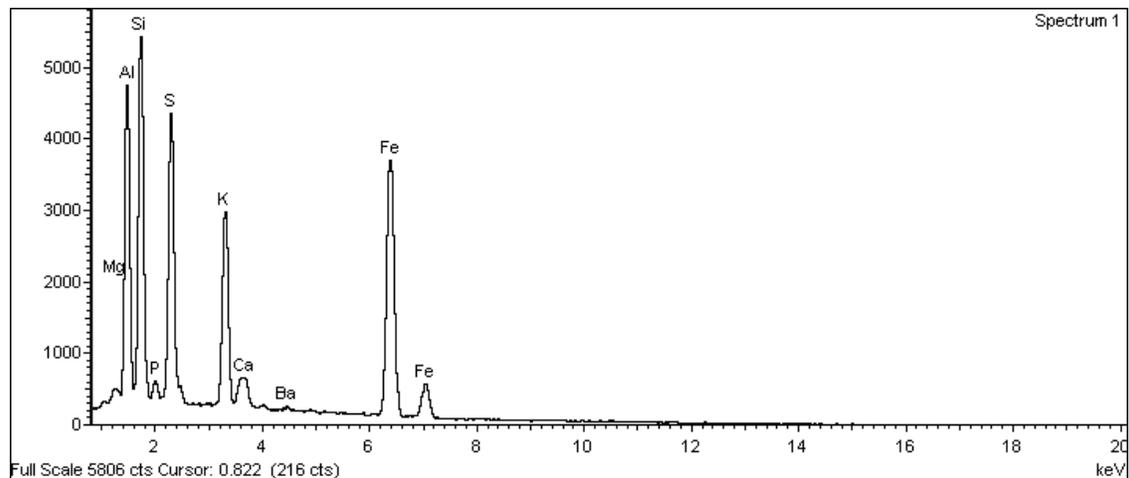
Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ba BaF2 1-jun-1999 12:00 AM



100µm Electron Image 1

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	0.34	0.34	0.56	MgO
Al K	8.33	7.49	15.75	Al2O3
Si K	9.95	8.60	21.29	SiO2
P K	0.58	0.46	1.34	P2O5
S K	8.27	6.25	20.64	SO3
K K	6.57	4.08	7.92	K2O
Ca K	0.86	0.52	1.20	CaO
Fe K	24.07	10.46	30.97	FeO
Ba L	0.30	0.05	0.34	BaO
O	40.72	61.75		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X60

Muestra: **P7A**  
 Color: Verde  
 Artefacto: Tepalcate  
 Interpretación: Tierra Verde

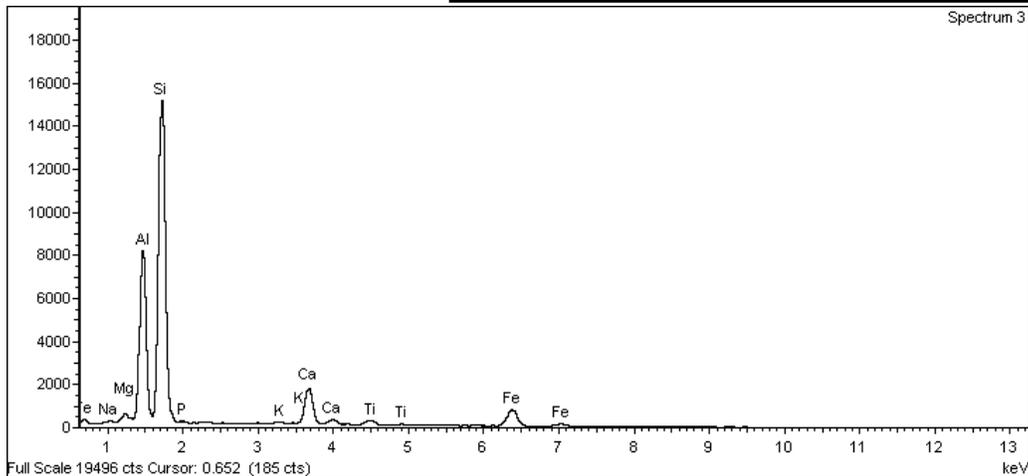
Spectrum processing:  
 No peaks omitted  
 Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:  
 Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



100µm Electron Image 1

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	0.16	0.15	0.21	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.61	0.54	1.02	MgO
Al K	12.47	9.81	23.56	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	28.05	21.21	60.02	SiO <sub>2</sub>
P K	0.24	0.16	0.55	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K K	0.16	0.09	0.20	K <sub>2</sub> O
Ca K	4.43	2.35	6.20	CaO
Ti K	0.78	0.34	1.29	TiO <sub>2</sub>
Fe K	5.40	2.05	6.95	FeO
O	47.69	63.29		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X60

Muestra: **P8A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretación: Hematita + caolinita

Spectrum processing:  
 Peak possibly omitted: 1.055 keV

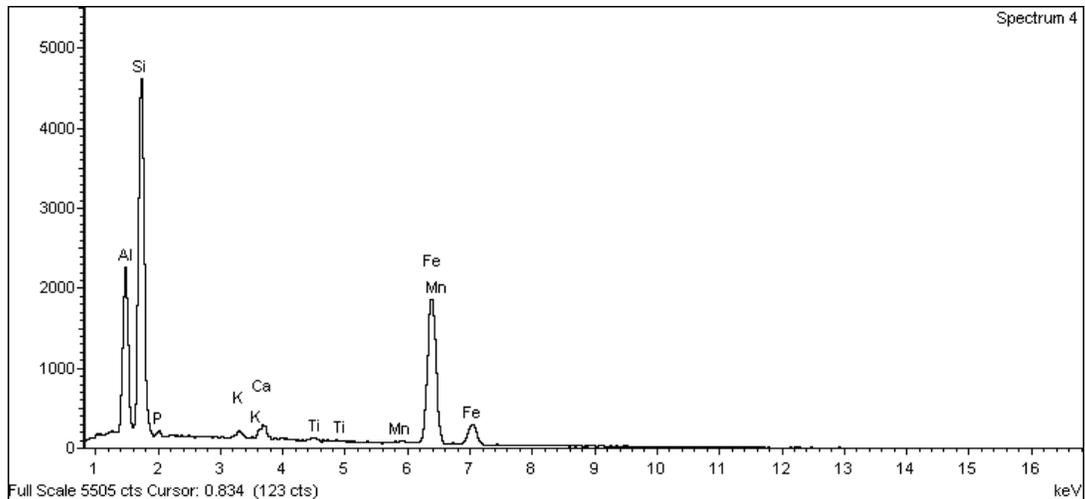
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:

Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mn Mn 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	8.79	7.89	16.61	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	20.29	17.49	43.40	SiO <sub>2</sub>
P K	0.38	0.30	0.87	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K K	0.45	0.28	0.54	K <sub>2</sub> O
Ca K	0.93	0.56	1.31	CaO
Ti K	0.29	0.15	0.49	TiO <sub>2</sub>
Mn K	0.37	0.16	0.48	MnO
Fe K	28.21	12.23	36.29	FeO
O	40.28	60.94		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X50

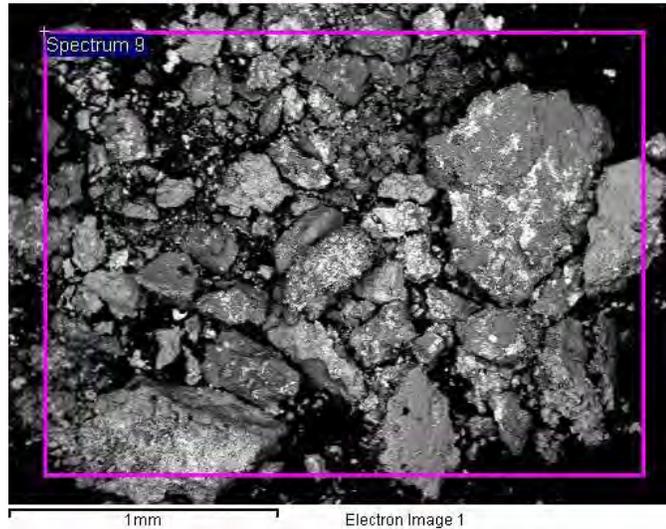
Muestra: **P9A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretación: Hematita + caolinita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

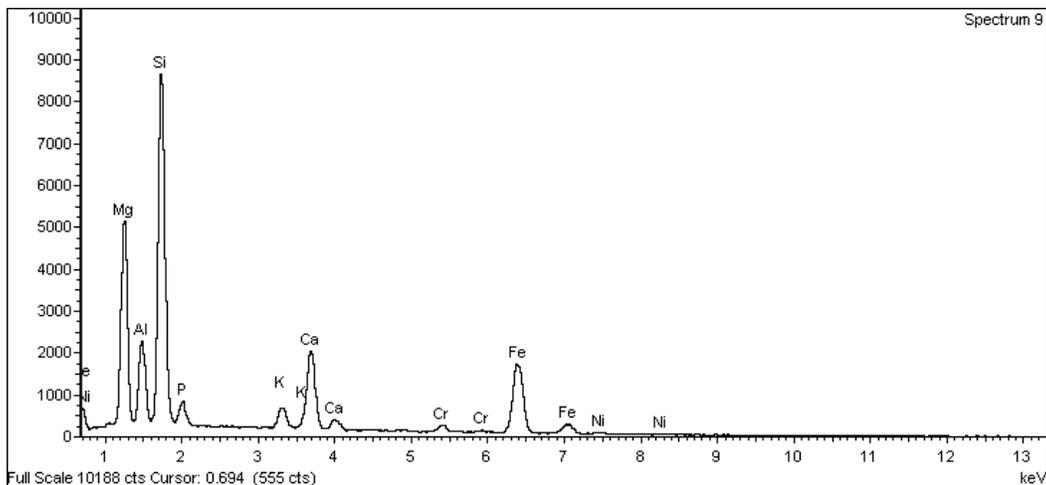
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 3

Standard:

Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 P GaP 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Cr Cr 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ni Ni 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Mg K	11.99	11.12	19.88	MgO
Al K	4.44	3.71	8.39	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	18.70	15.01	40.00	SiO <sub>2</sub>
P K	1.67	1.22	3.84	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K K	1.39	0.80	1.68	K <sub>2</sub> O
Ca K	5.63	3.17	7.87	CaO
Cr K	0.76	0.33	1.11	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Fe K	13.06	5.27	16.80	FeO
Ni K	0.34	0.13	0.43	NiO
O	42.02	59.23		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X75

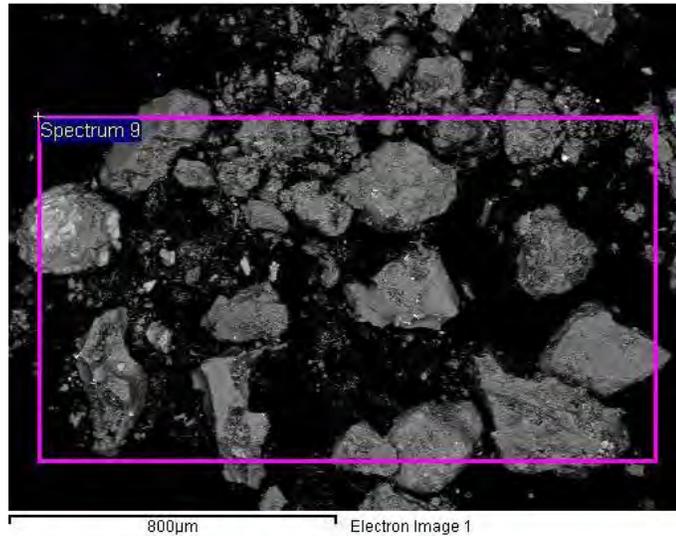
Muestra: **P10A**  
 Color: Rojo  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretación: Hematita + caolinita

Spectrum processing:  
 No peaks omitted

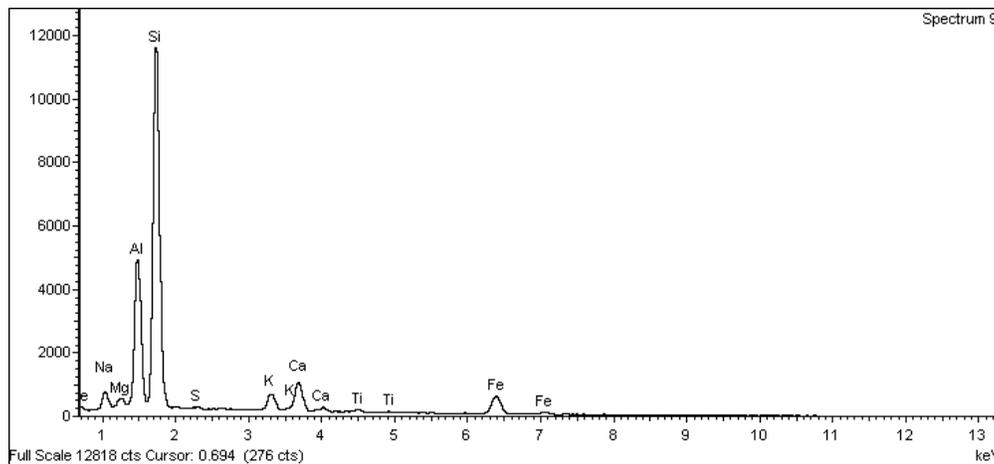
Processing option: Oxygen by stoichiometry (Normalised) Number of iterations = 2

Standard:

Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 Si SiO<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS<sub>2</sub> 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ti Ti 1-jun-1999 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	2.07	1.91	2.79	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.73	0.64	1.21	MgO
Al K	10.36	8.16	19.58	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	28.77	21.76	61.55	SiO <sub>2</sub>
S K	0.23	0.15	0.58	SO <sub>3</sub>
K K	1.81	0.99	2.18	K <sub>2</sub> O
Ca K	3.35	1.78	4.69	CaO
Ti K	0.41	0.18	0.68	TiO <sub>2</sub>
Fe K	5.24	1.99	6.74	FeO
O	47.02	62.44		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX

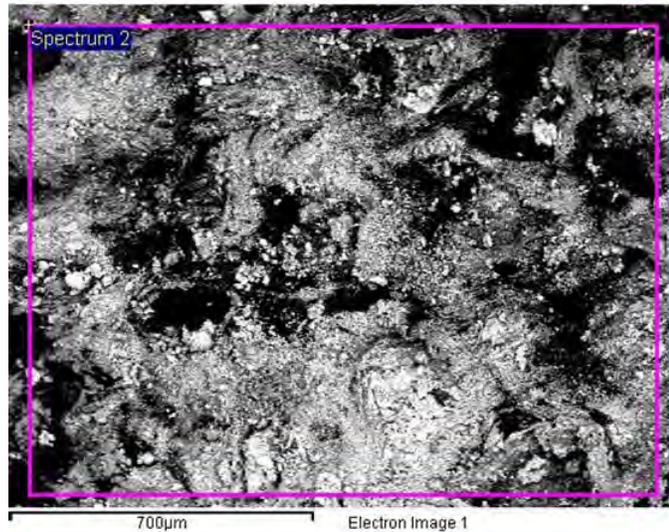
Project: Los colores de Xalla  
 Owner: Administrador  
 Site: GEN, BKS, X4800

Muestra: **P11A**  
 Color: Verde  
 Artefacto: Núcleo de color  
 Interpretación: Tierra Verde

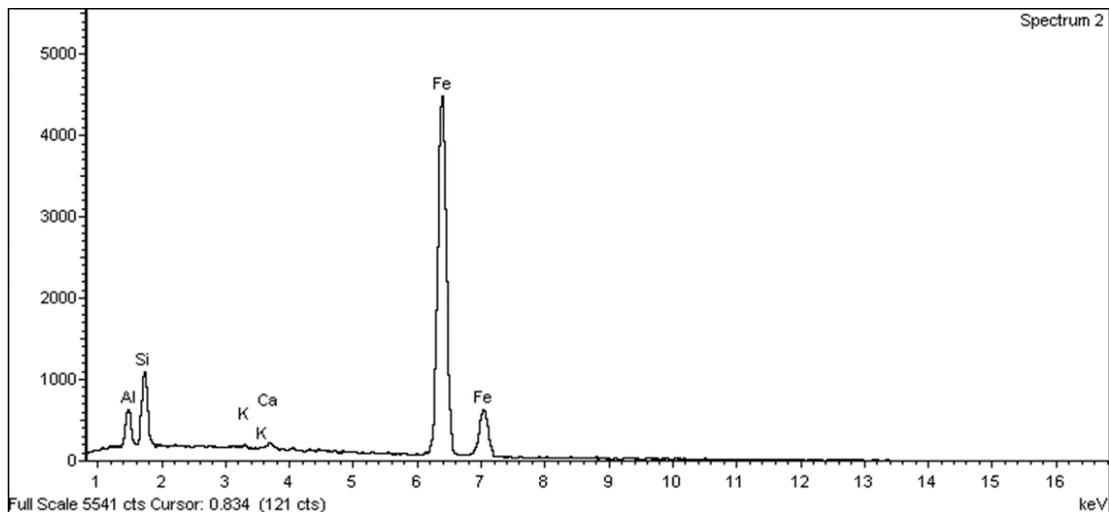
Spectrum processing:  
 Peaks possibly omitted : 9.330,  
 11.775 keV

Processing option: Oxygen by  
 stoichiometry (Normalised) Number  
 of iterations = 2

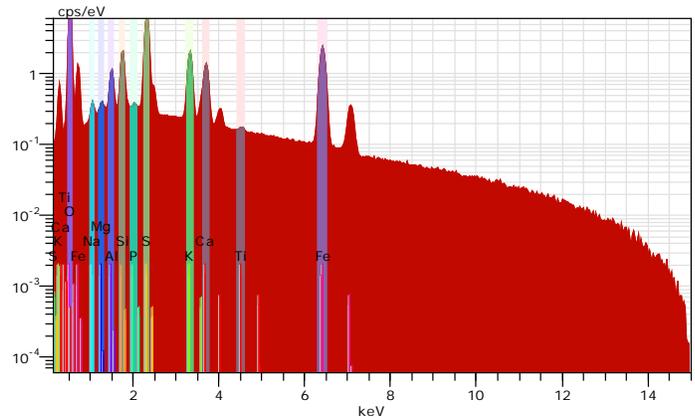
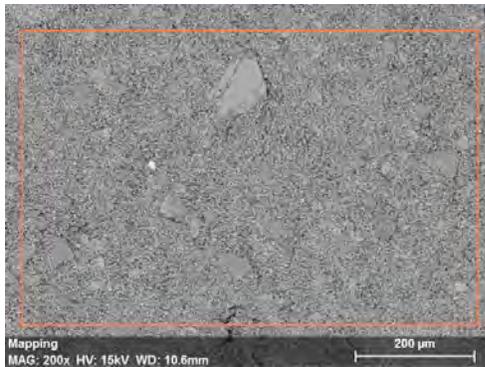
Standard:  
 Al Al2O3 1-jun-1999 12:00 AM Si  
 SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00  
 AM Ca Wollastonite 1-jun-1999  
 12:00 AM  
 Fe Fe 1-jun-1999 12:00 AM



Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	2.77	3.29	5.24	Al2O3
Si K	4.78	5.45	10.24	SiO2
K K	0.21	0.17	0.25	K2O
Ca K	0.34	0.27	0.47	CaO
Fe K	65.14	37.32	83.80	FeO
O	26.76	53.50		
Totals	100.00			



# ANEXO 3. SEM-EDX



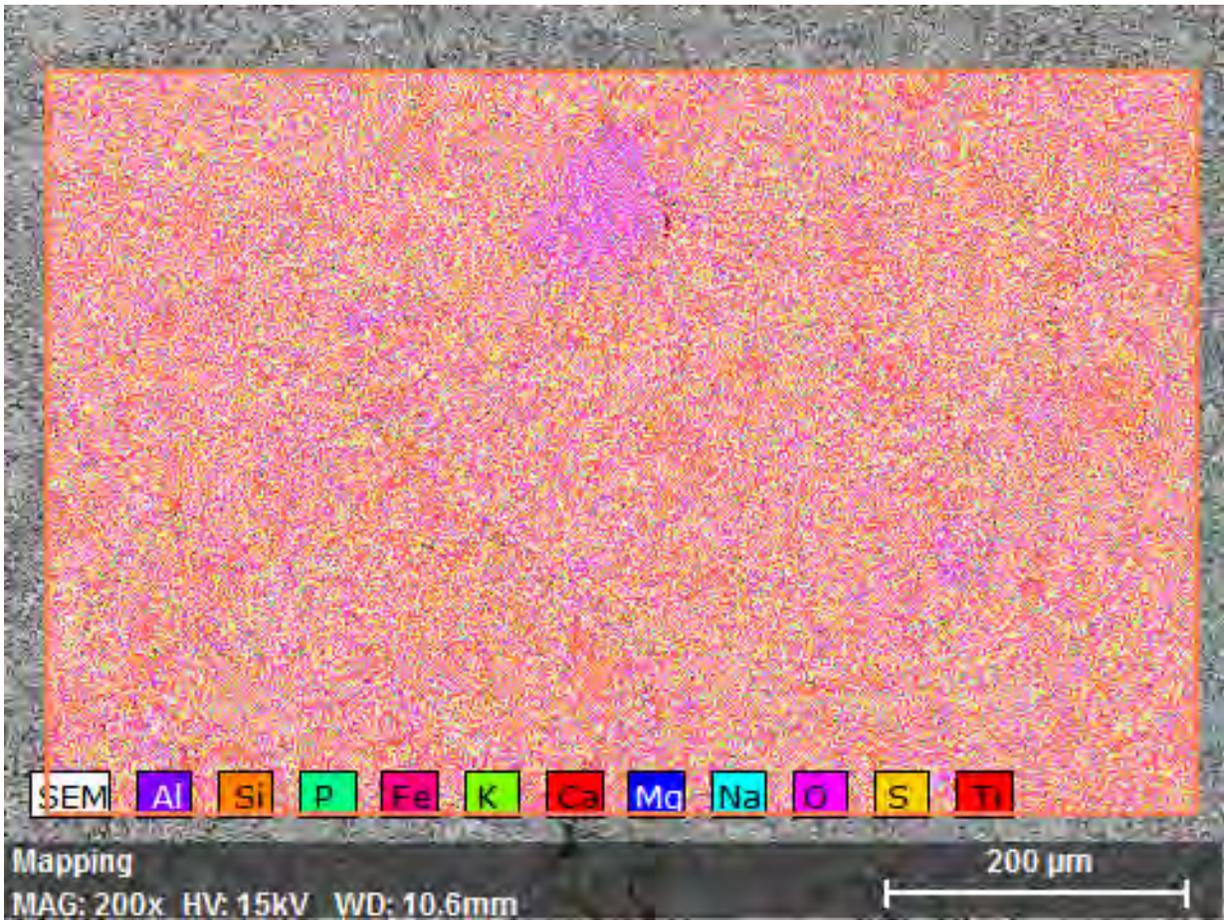
## MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTAL

**Muestra:** P1A

**Color:** Amarillo

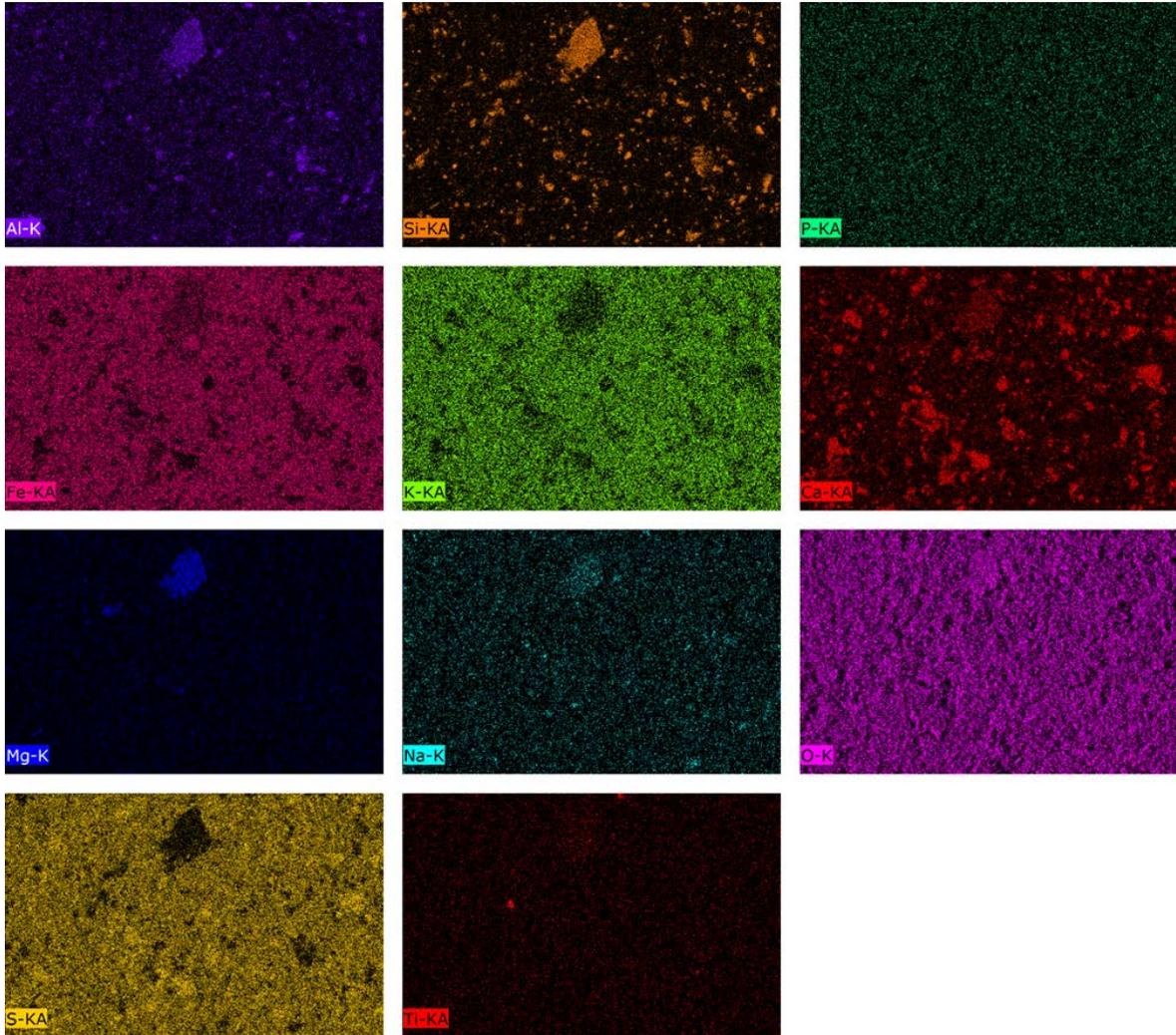
**Artefacto:** núcleo de color

**Aumento:** 200x

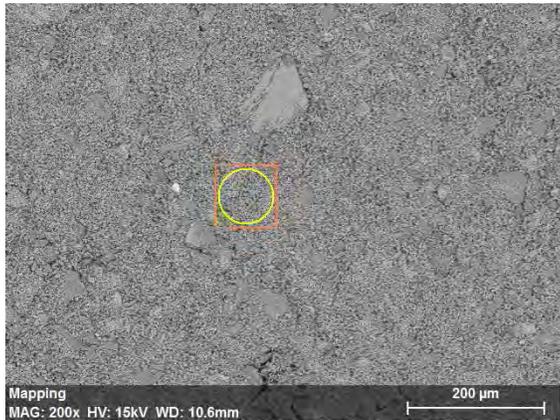


MappingDate:4/24/2017 7:17:53 PMImage size:480 x 360Mag:200xHV:15.0kV

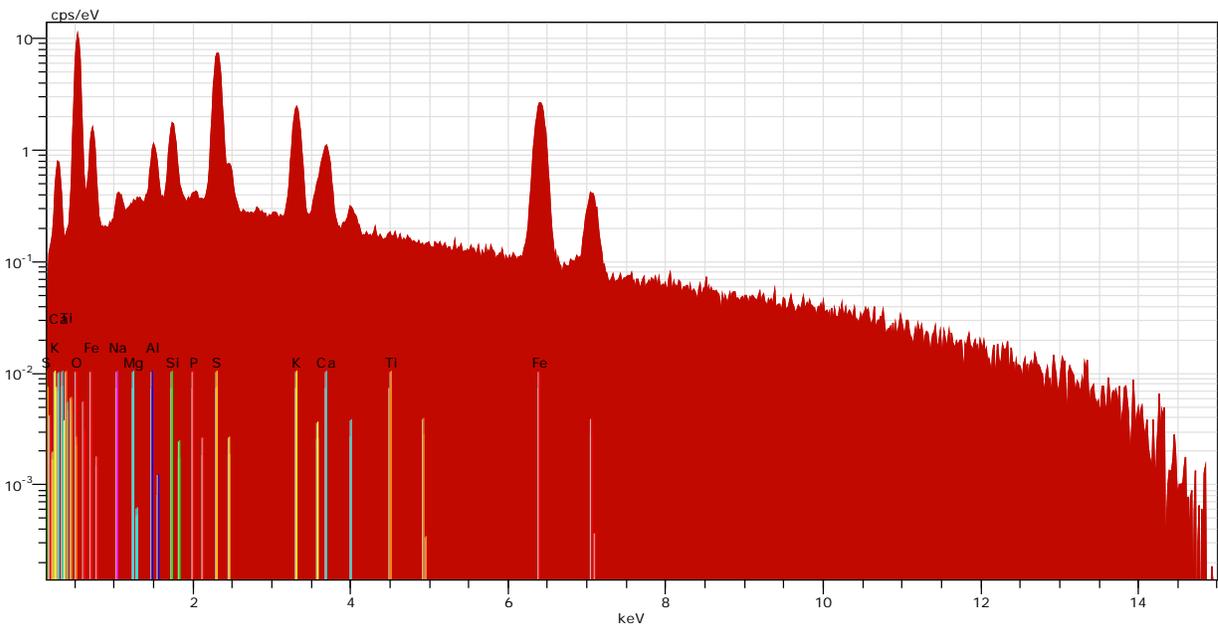
# ANEXO 3. SEM-EDX



# ANEXO 3. SEM-EDX



**Cuantificación de área**  
**Muestra:** P1A  
**Color:** Amarillo  
**Artefacto:** Núcleo de color  
**Interpretación:** Sulfuro potasio hierro (Jarosita)

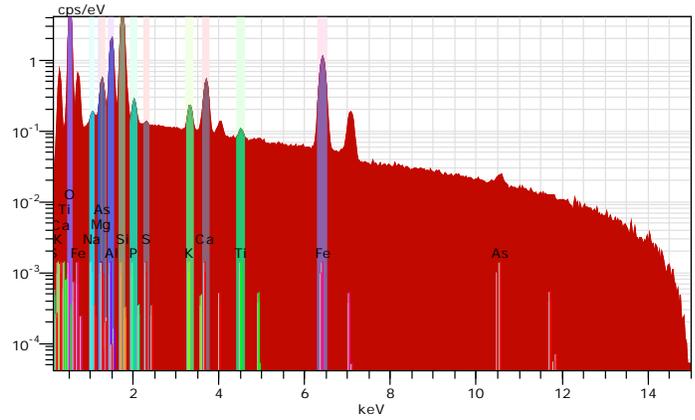
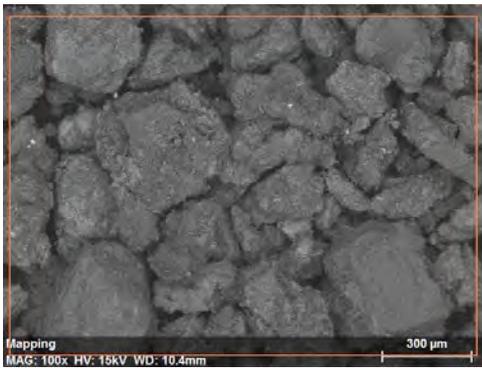


Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net	norm. C	Atom. C	Error
			[wt.%]	[at.%]		[%]
Oxygen	8	K-series	71476	46.16	69.52	4.5
Iron	26	K-series	41994	29.22	12.61	0.8
Sulfur	16	K-series	74046	11.92	8.96	0.4
Potassium	19	K-series	26317	5.62	3.46	0.2
Calcium	20	K-series	11230	2.99	1.80	0.1
Silicon	14	K-series	12574	2.16	1.85	0.1
Aluminium	13	K-series	6170	1.24	1.10	0.1
Sodium	11	K-series	1421	0.58	0.60	0.1
Magnesium	12	K-series	242	0.06	0.06	0.0
Titanium	22	K-series	116	0.04	0.02	0.0
Phosphorus	15	K-series	110	0.02	0.01	0.0

Total: 100.00 100.00

# ANEXO 3. SEM-EDX



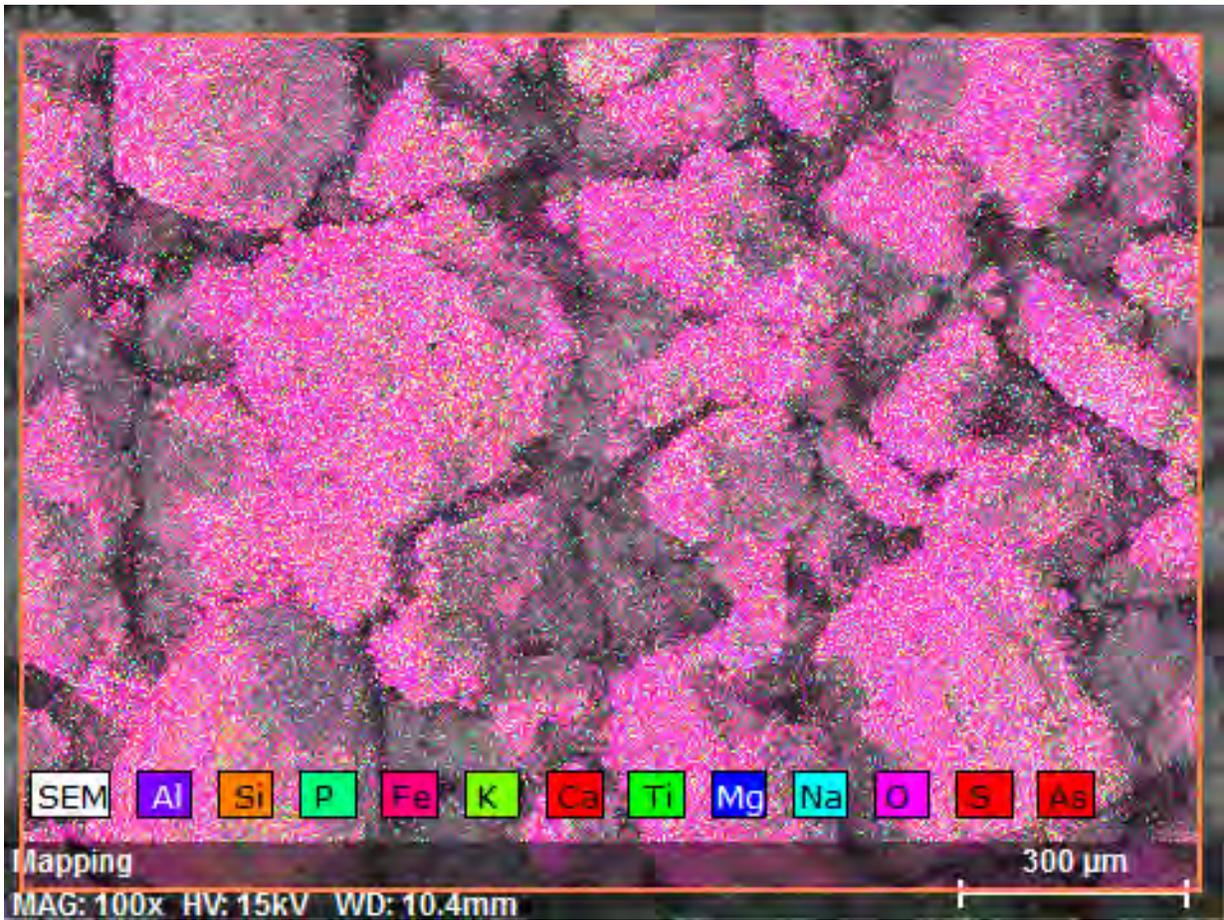
## MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTAL

**Muestra:** P3A

**Color:** Naranja

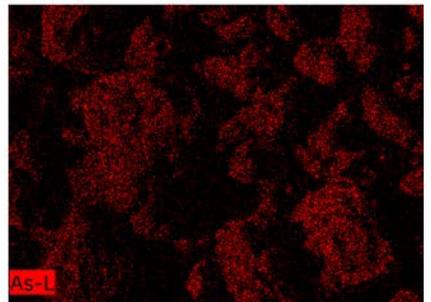
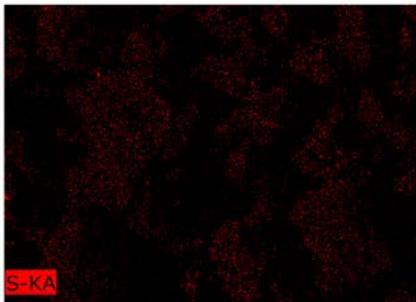
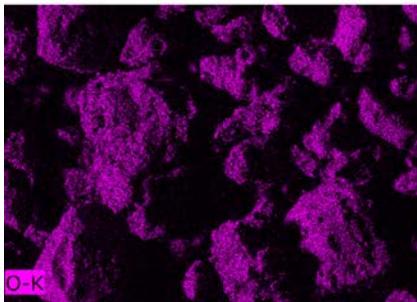
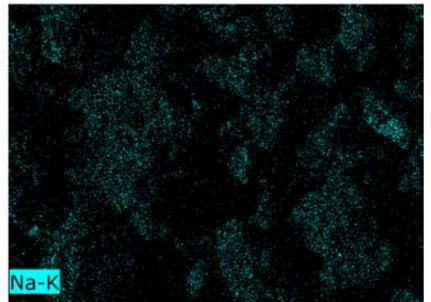
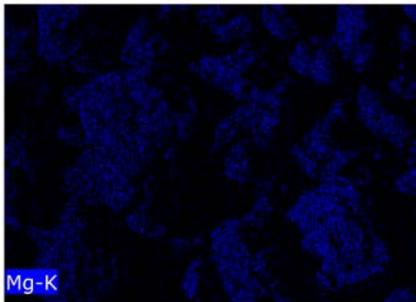
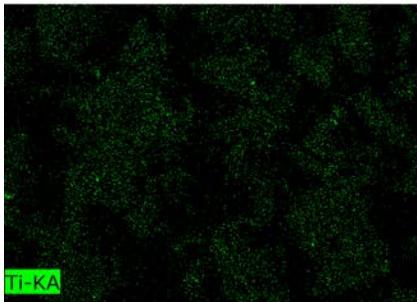
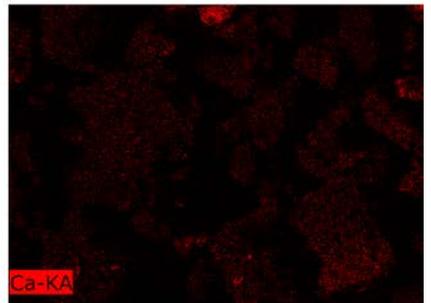
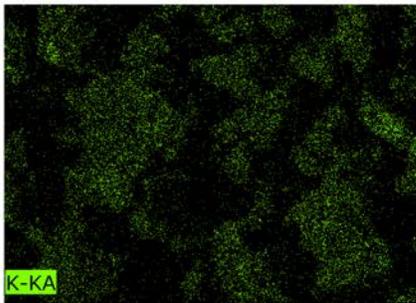
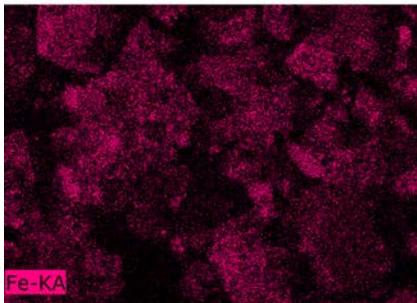
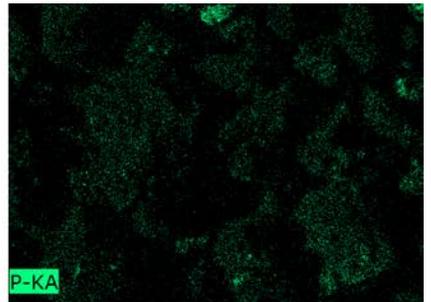
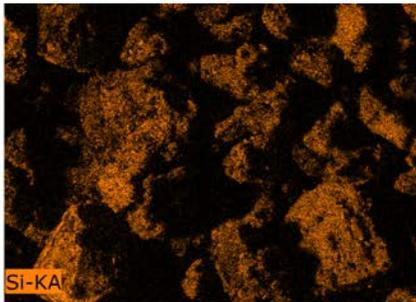
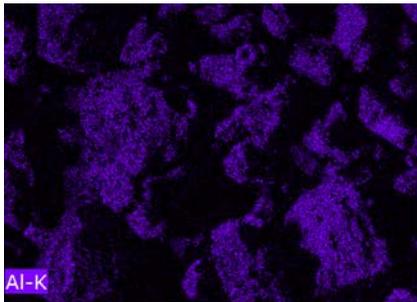
**Artefacto:** Núcleo de color

**Aumento:** 100x

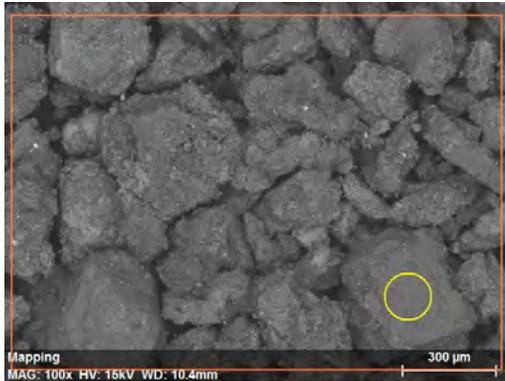


MappingDate:4/24/2017 5:30:14 PMImage size:480 x 360Mag:100xHV:15.0kV

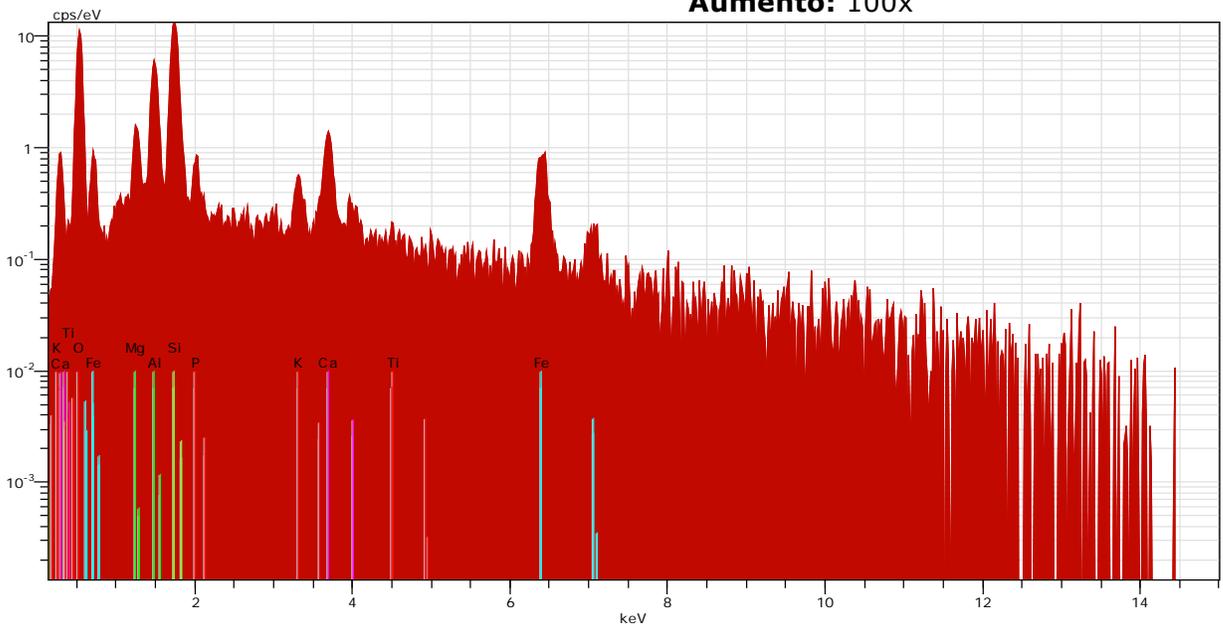
# ANEXO 3. SEM-EDX



# ANEXO 3. SEM-EDX



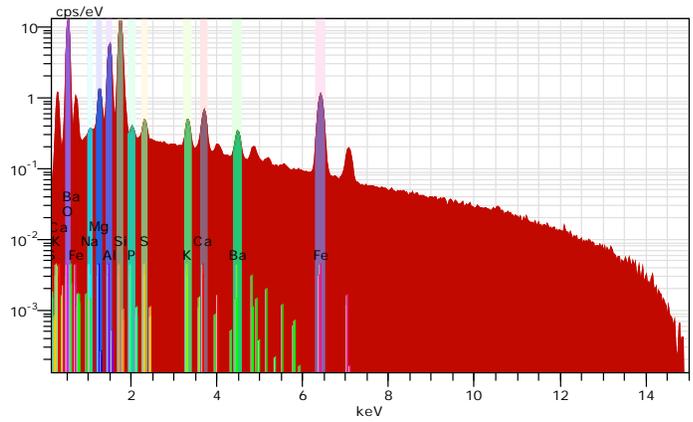
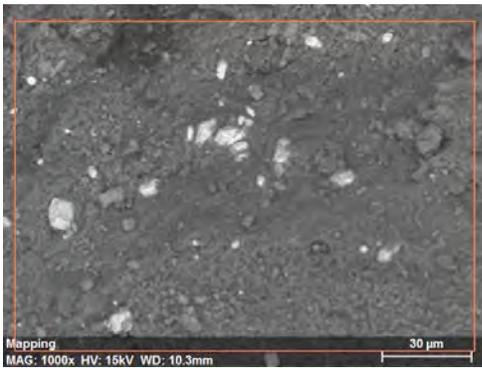
**Cuantificación de área**  
**Muestra:** P3A  
**Color:** Naranja  
**Artefacto:** Núcleo de color  
**Interpretación:** óxidos de hierro con aluminosilicatos.  
**Aumento:** 100x



Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net	norm. C	Atom. C	Error
			[wt.%]	[at.%]	[%]	
Oxygen	8	K-series	5081	49.07	66.12	5.1
Silicon	14	K-series	8379	22.61	17.36	0.8
Iron	26	K-series	910	10.85	4.19	0.3
Aluminium	13	K-series	3146	8.12	6.49	0.3
Calcium	20	K-series	1026	4.93	2.65	0.1
Magnesium	12	K-series	631	1.83	1.62	0.1
Phosphorus	15	K-series	339	1.19	0.83	0.1
Potassium	19	K-series	274	1.07	0.59	0.1
Titanium	22	K-series	46	0.33	0.15	0.0
Total:			100.00	100.00		

# ANEXO 3. SEM-EDX



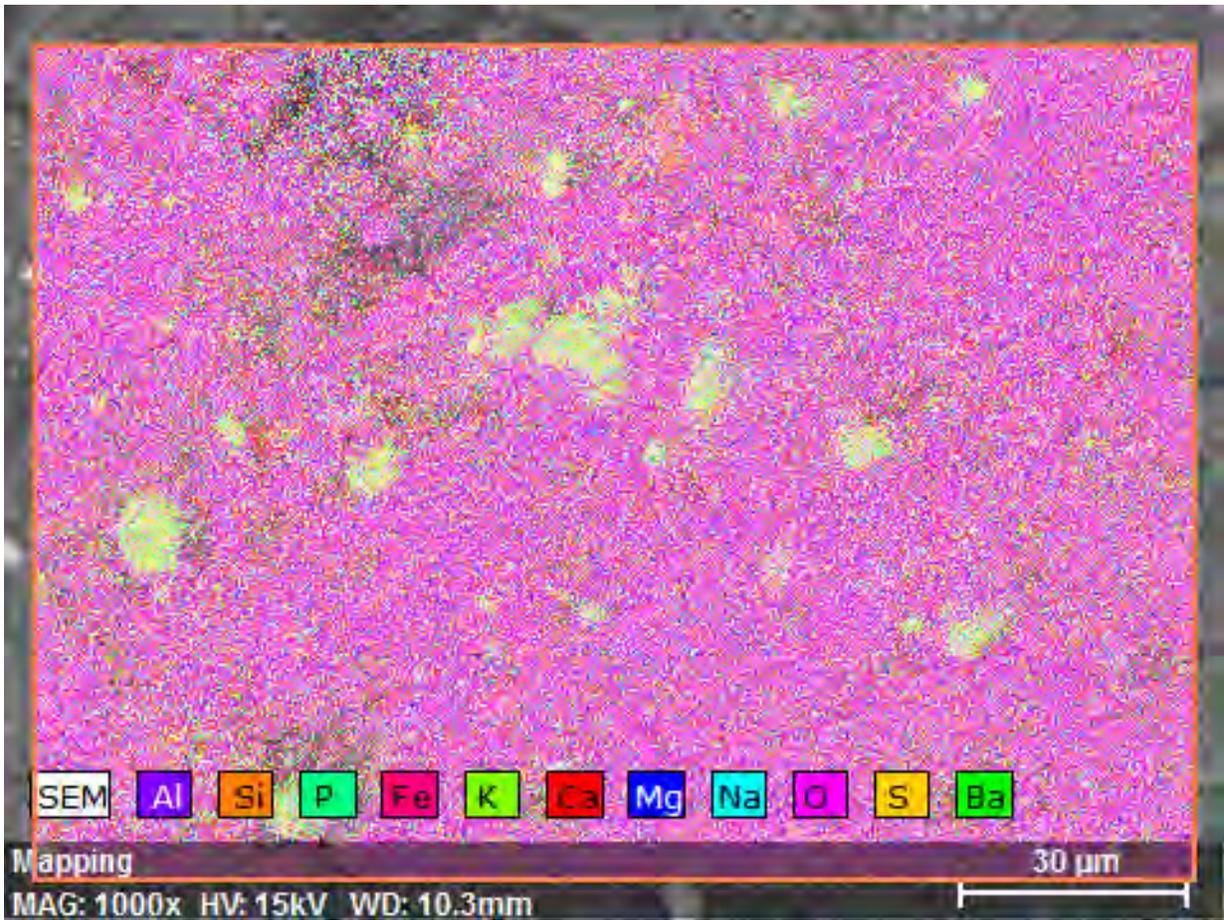
## MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTAL

**Muestra:** P3A

**Color:** Naranja

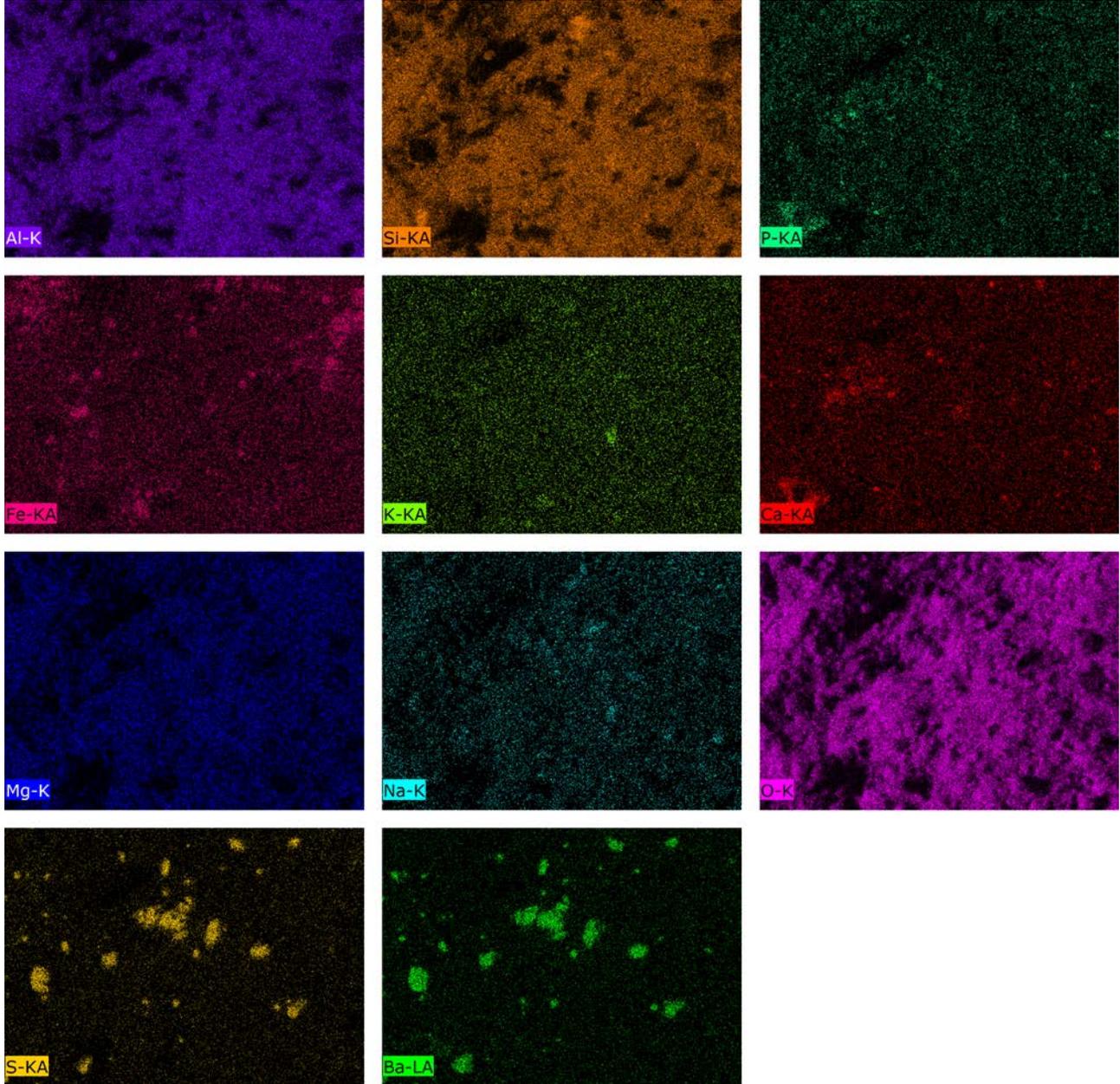
**Artefacto:** Núcleo de color

**Aumento:** 1000x



MappingDate:4/24/2017 6:31:42 PMImage size:480 x 360Mag:1000xHV:15.0kV

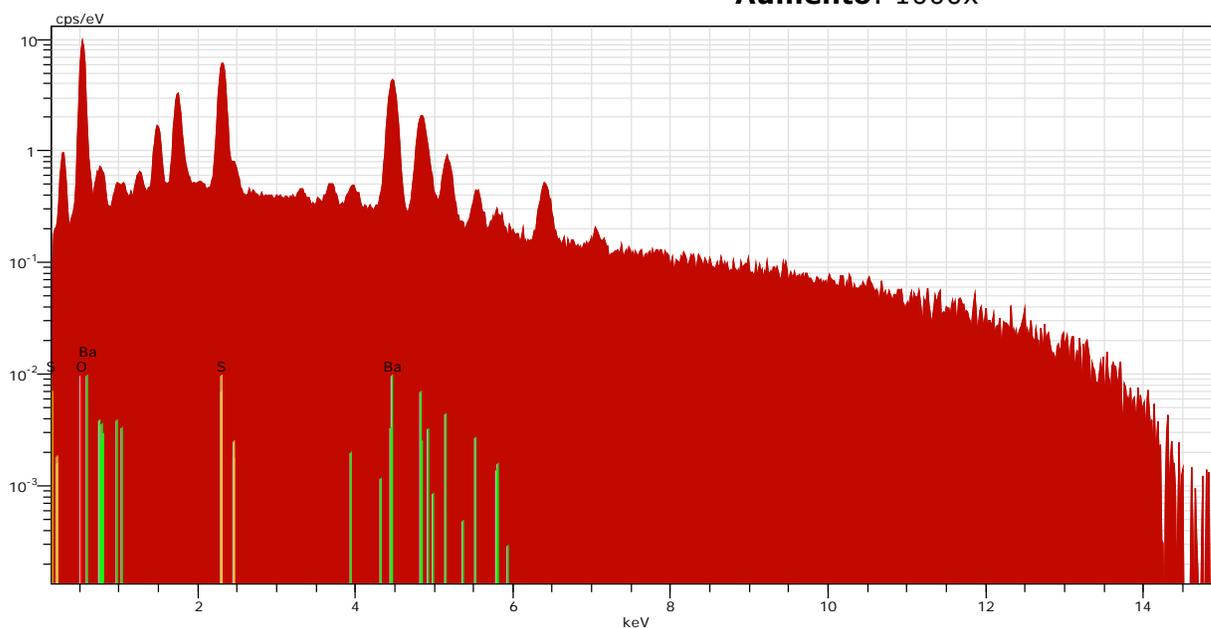
# ANEXO 3. SEM-EDX



# ANEXO 3. SEM-EDX



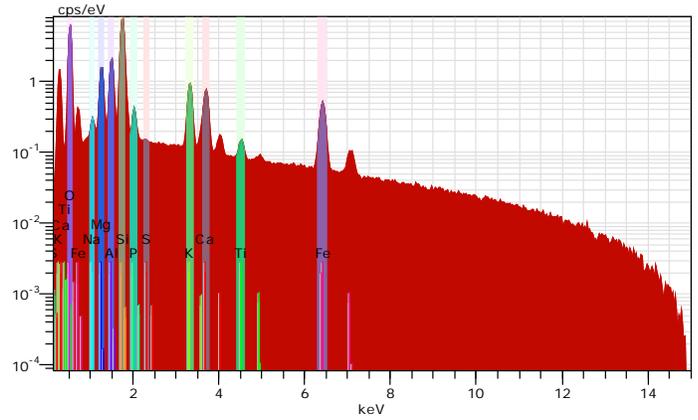
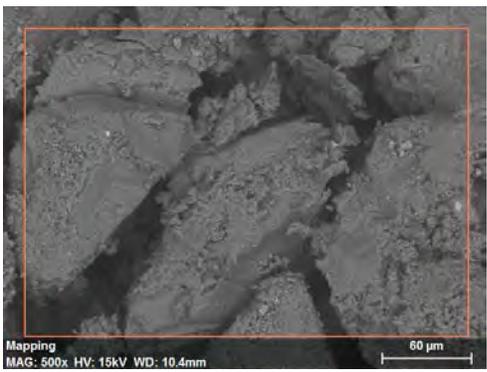
**Cuantificación de área**  
**Muestra:** P3A  
**Color:** Naranja  
**Artefacto:** Núcleo de color  
**Interpretación:** Sulfuro de bario (Barita)  
**Aumento:** 1000x



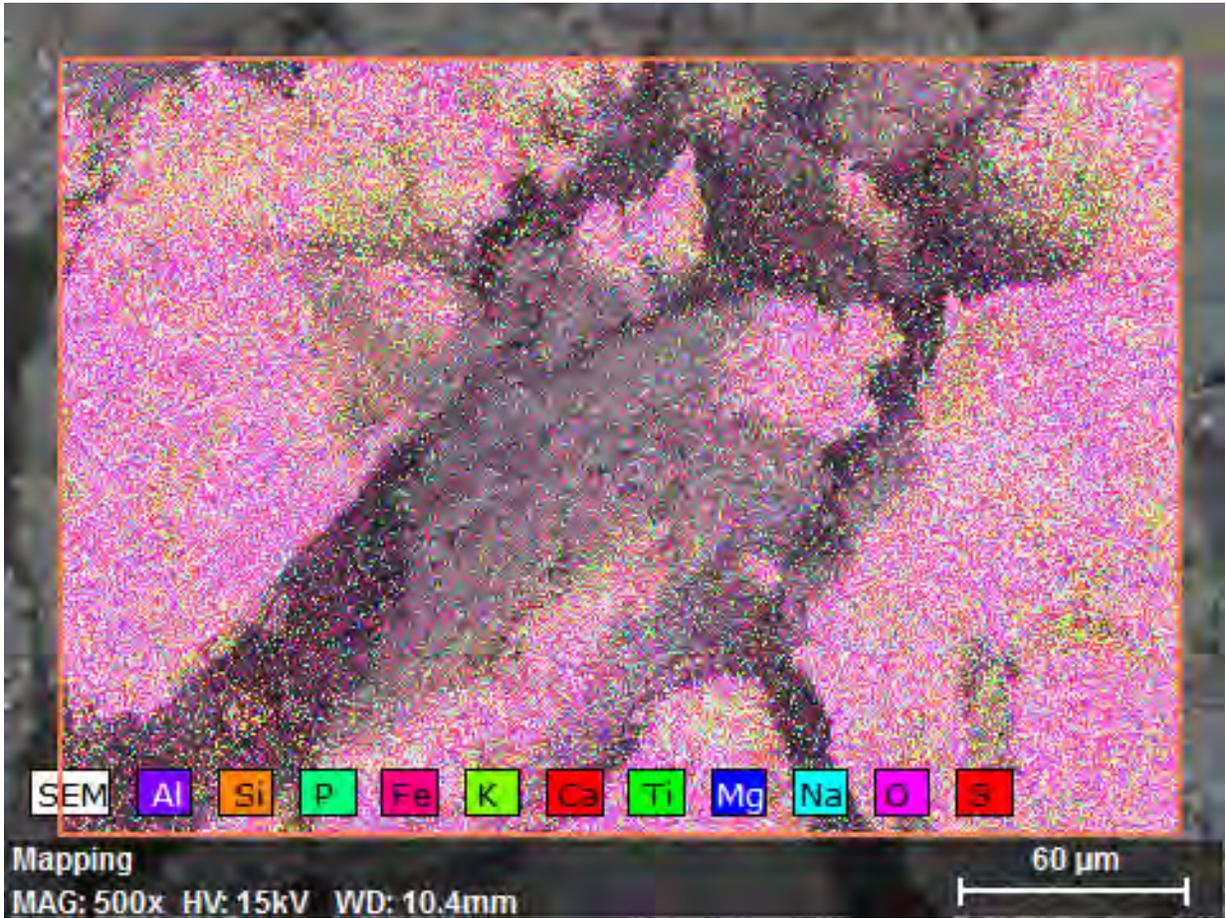
Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net norm.	C	Atom. C	Error
			[wt.%]		[at.%]	[%]
Barium	56	L-series	60746	56.29	15.01	1.3
Oxygen	8	K-series	40104	30.58	69.99	2.7
Sulfur	16	K-series	38088	13.13	14.99	0.4
Total:			100.00	100.00		

# ANEXO 3. SEM-EDX

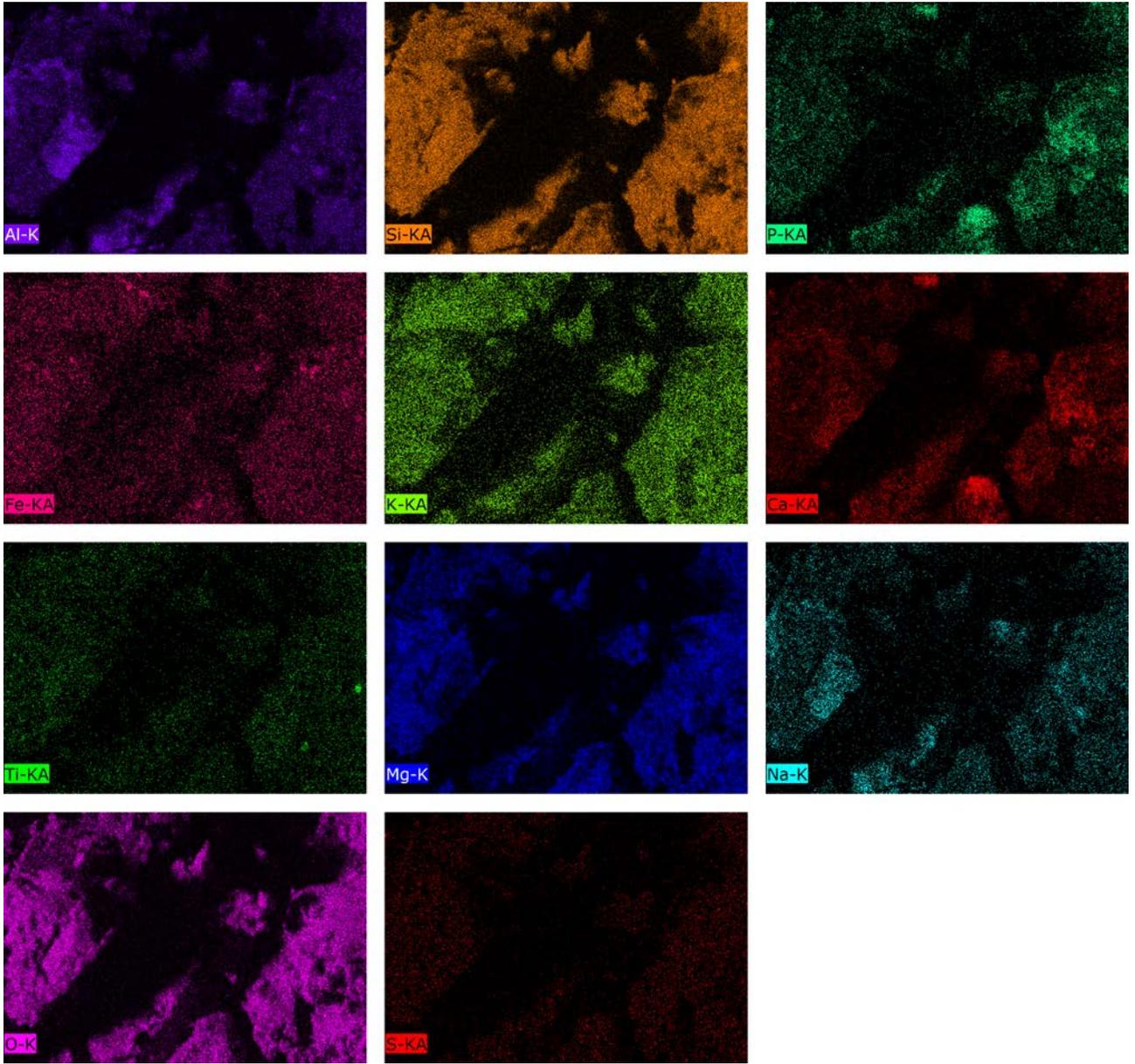


**MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTAL**  
**Muestra:** P3A, grano verde  
**Color:** verde  
**Artefacto:** Núcleo de color  
**Aumento:** 500x

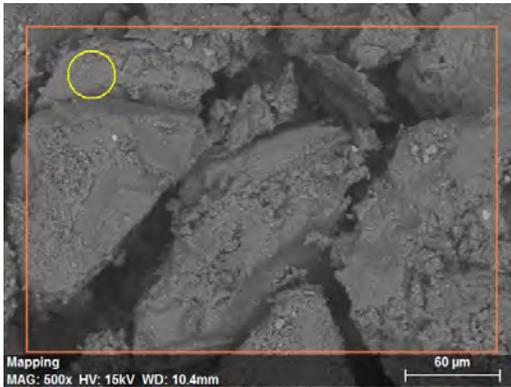


MappingDate:4/24/2017 5:01:42 PMImage size:480 x 360Mag:500xHV:15.0kV

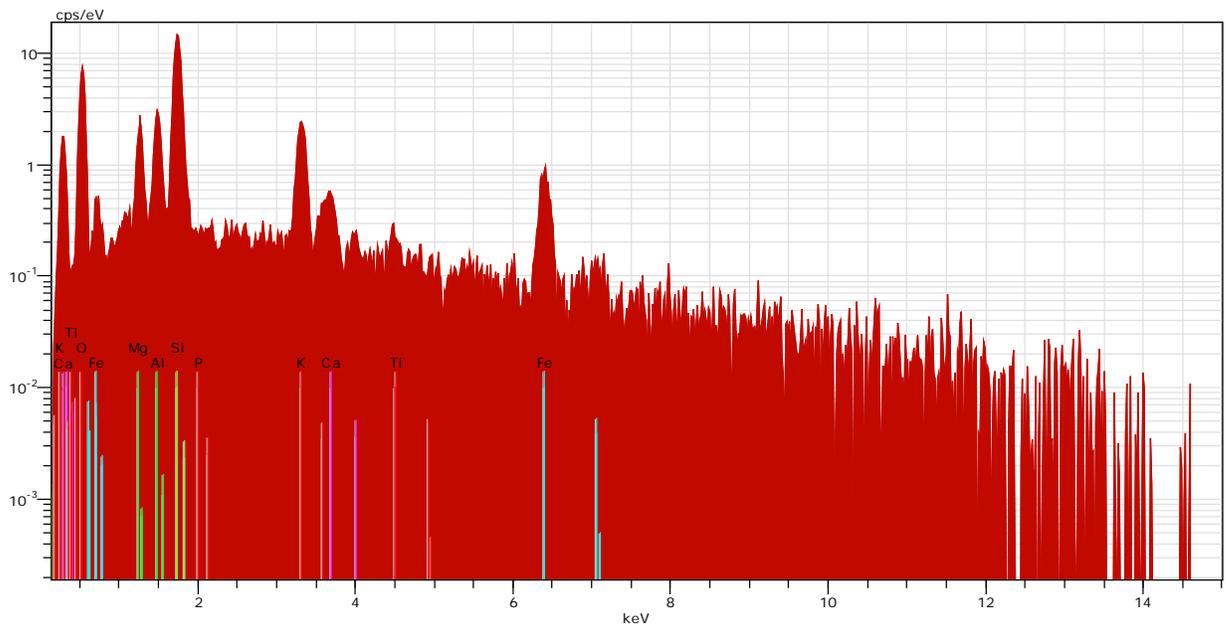
ANEXO 3. SEM-EDX



# ANEXO 3. SEM-EDX



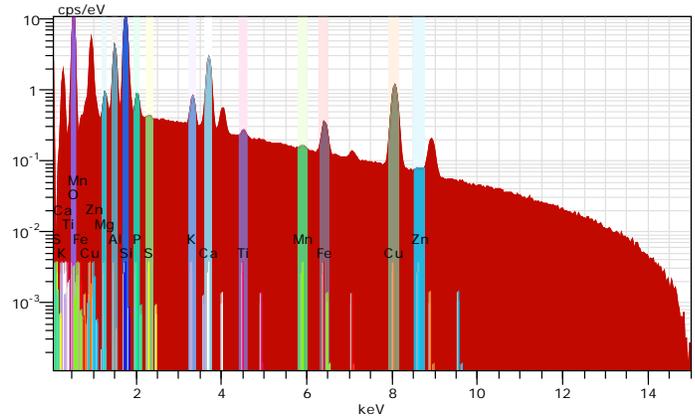
**Cuantificación de área**  
**Muestra:** P3A, grano verde  
**Color:** Verde  
**Artefacto:** Núcleo de color  
**Interpretación:** Tierra verde



Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net	norm. C	Atom. C	Error
			[wt.%]	[at.%]	[%]	
Oxygen	8	K-series	3293	43.30	60.98	4.3
Silicon	14	K-series	8725	25.98	20.84	0.8
Iron	26	K-series	802	10.86	4.38	0.3
Potassium	19	K-series	1864	8.96	5.16	0.2
Aluminium	13	K-series	1408	4.36	3.64	0.2
Magnesium	12	K-series	1092	3.83	3.55	0.2
Calcium	20	K-series	327	1.92	1.08	0.1
Titanium	22	K-series	102	0.80	0.37	0.0
Phosphorus	15	K-series	0	0.00	0.00	0.0
Total:			100.00	100.00		

# ANEXO 3. SEM-EDX

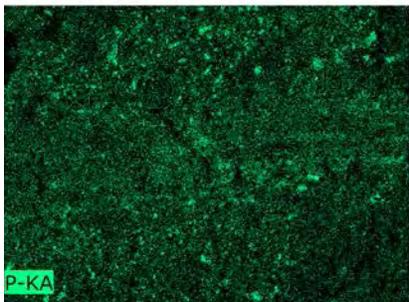
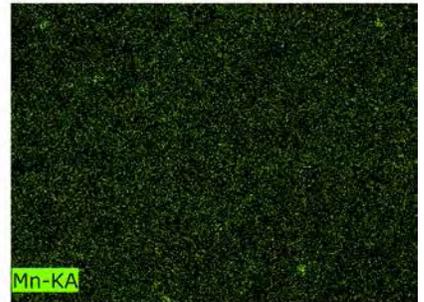
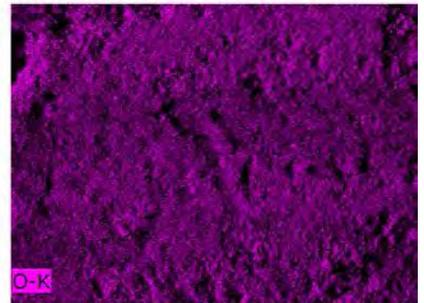
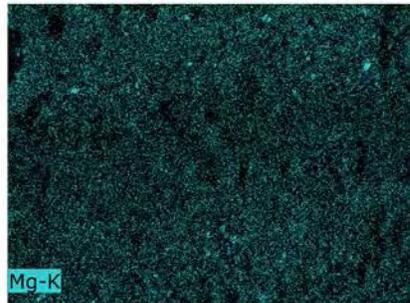
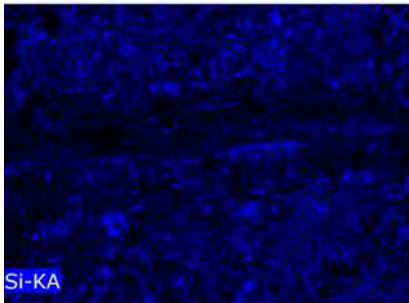
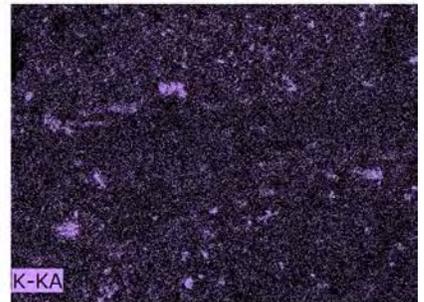
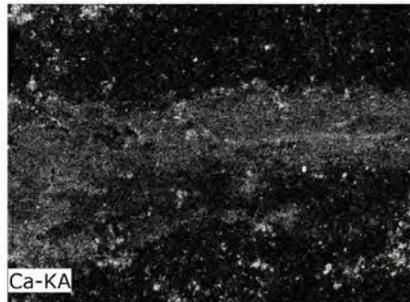
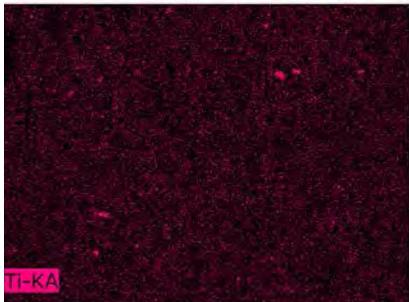
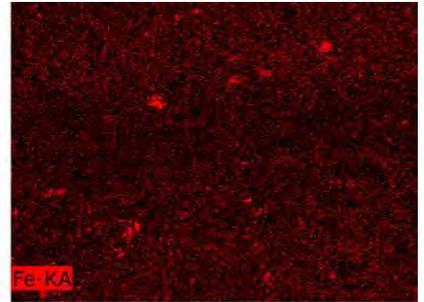
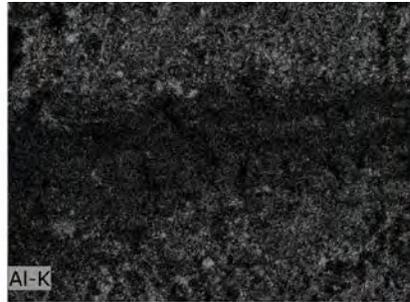
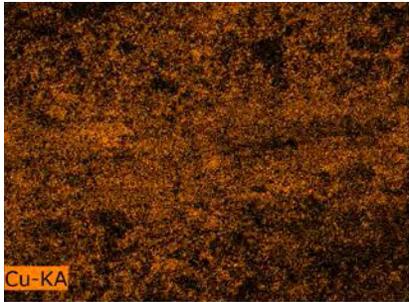


**MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ELEMENTAL**  
**Muestra: P20A3**  
**Color: Verde**  
**Artefacto: Gran almena**  
**Aumento:**



MappingDate:4/27/2017 6:15:16 PMImage size:480 x 360Mag:200xHV:15.0kV

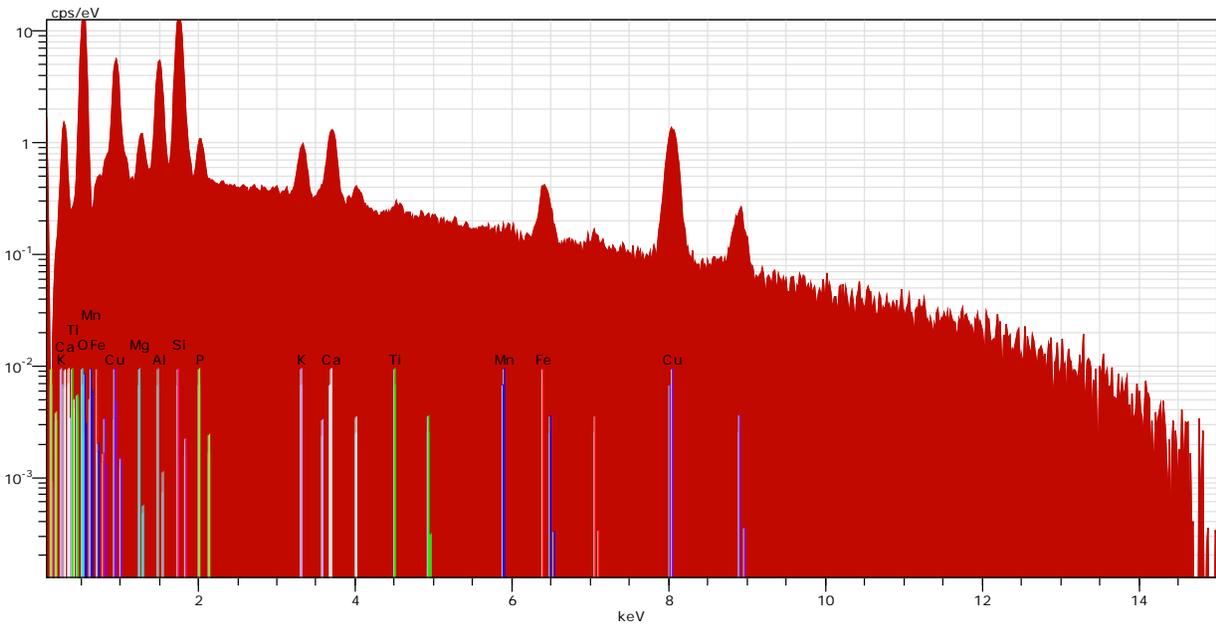
# ANEXO 3. SEM-EDX



# ANEXO 3. SEM-EDX



**Cuantificación de área**  
**Muestra:** P20A3 **Color:** Verde  
**Artefacto:** Gran almena  
**Interpretación:** Verde de cobre con aluminosilicato.



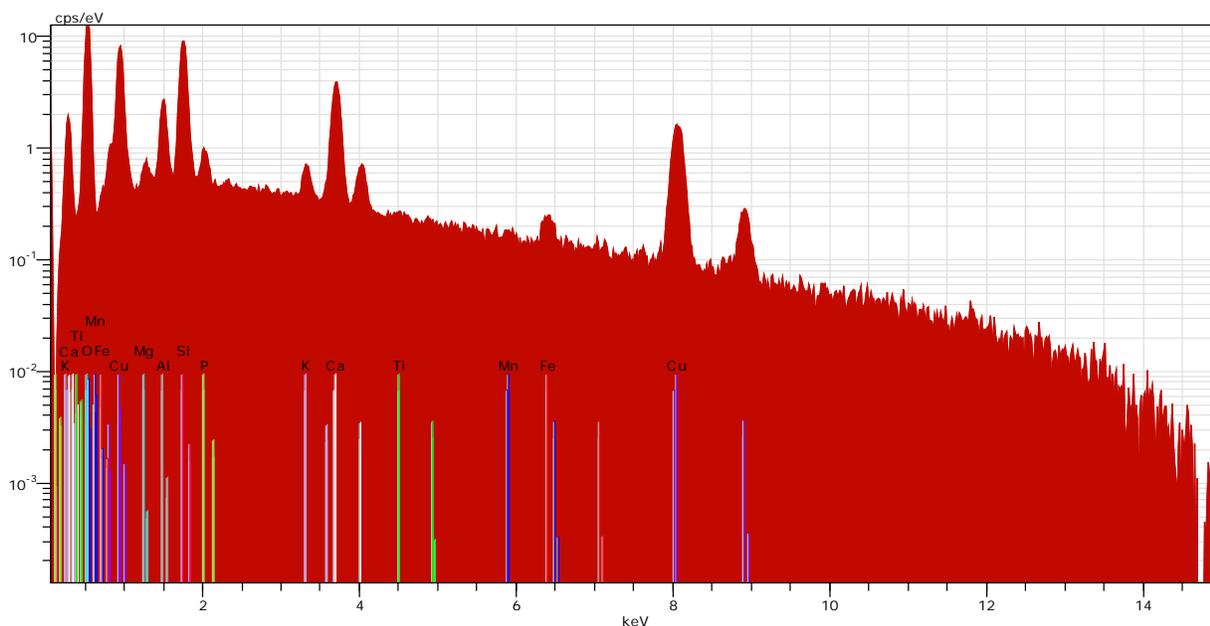
Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net norm.	C	Atom. C	Error
			[wt.%]		[at.%]	[%]
Oxygen	8	K-series	54948	41.69	63.39	4.1
Copper	29	K-series	12357	25.31	9.69	0.7
Silicon	14	K-series	68157	17.87	15.48	0.7
Aluminium	13	K-series	22928	6.65	5.99	0.3
Calcium	20	K-series	7225	2.55	1.54	0.1
Iron	26	K-series	2477	2.13	0.93	0.1
Magnesium	12	K-series	3532	1.30	1.30	0.1
Potassium	19	K-series	4128	1.22	0.76	0.1
Phosphorus	15	K-series	3526	1.01	0.79	0.1
Manganese	25	K-series	199	0.15	0.06	0.0
Titanium	22	K-series	252	0.12	0.06	0.0
Total:			100.00	100.00		

## ANEXO 3. SEM-EDX



**Cuantificación de área**  
**Muestra: P20A3**  
**Color: Verde**  
**Artefacto: Gran almena**  
**Interpretación: verde de cobre con aluminosilicato más un compuesto de calcio**



Spectrum: Point

Element	AN	Series	Net norm.	C	Atom. C	Error
			[wt.%]		[at.%]	[%]
Oxygen	8	K-series	50011	42.13	66.23	4.2
Copper	29	K-series	15536	30.55	12.09	0.9
Silicon	14	K-series	44624	12.13	10.87	0.5
Calcium	20	K-series	25223	8.75	5.49	0.3
Aluminium	13	K-series	10418	3.29	3.06	0.2
Phosphorus	15	K-series	2965	0.84	0.68	0.1
Iron	26	K-series	979	0.83	0.38	0.0
Magnesium	12	K-series	1702	0.70	0.72	0.1
Potassium	19	K-series	2209	0.63	0.40	0.0
Titanium	22	K-series	191	0.10	0.05	0.0
Manganese	25	K-series	97	0.07	0.03	0.0
Total:			100.00	100.00		