

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Bolivia es un territorio muy rico en cuanto a los materiales arcillosos que ocurren en diferentes lugares del país y por supuesto en el Departamento de La Paz, mismos que ancestralmente por la cultura Tiwanaku, han sido explotados para aplicaciones cerámicas muy diversas cuyas características tan particulares, son elementos de mucho valor que, en muchos casos, se convierten en la “clave” para interpretar todo el contexto sociocultural que implica alguna cultura ancestral en particular.

En este contexto la presente investigación, está referida a la **“CARACTERIZACIÓN, QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS”**

Para ello se da énfasis en la fundamentación teórica y práctica a considerar en este campo y los datos y conclusiones de los estudios científicos realizados en la zona de estudio.

El propósito de la investigación es determinar si el material arcilloso de la región de Tiwanaku, se utilizó como materia prima para la elaboración de la cerámica arqueológica específicamente de los tiestos encontrados en el Kalasasaya del Proyecto de Investigación, Conservación, Restauración del Sitio Arqueológico de Tiwanaku-CIAAAT-2019, o si, por el contrario, era un material que ha sido extraído de otros lugares. Para ello, se propone realizar una campaña de muestreo orientativo, pero al mismo tiempo, representativo de posibles fuentes de materiales arcillosos encontrados en el área de influencia local, caracterizar las muestras en aspectos físico, químico y mineralógico, compararlos con los resultados obtenidos de un similar trabajo de caracterización a ser realizado en tiestos arqueológicos. A fin de garantizar el soporte técnico y de infraestructura investigativa, se tiene comprometido el apoyo en temas de análisis y asesoramiento técnico del IGEMA-UMSA.

**CAPITULO I.** Se identifica el problema, el objetivo General, los objetivos específicos, la hipótesis y la justificación de la investigación.

**CAPITULO II.** Se presenta otros estudios relativos al tema de investigación, se hace mención de los puntos de vista de otros investigadores, la corriente o enfoque elegido en esta investigación y por último la identificación de las fuentes bibliográficas.

**CAPITULO III.** Hace referencia al marco metodológico, tipo de investigación, diseño de la investigación, variables de la investigación, población y muestra, ambientes de la investigación, técnicas e instrumentos y por último se muestra el procedimiento de la investigación.

**CAPITULO IV.** Presentamos los resultados de la investigación según los objetivos propuestos.

**CAPITULO V.** Esta parte se presenta las conclusiones de la investigación.

**CAPITULO VI.** Por último, las recomendaciones de la investigación

**BIBLIOGRAFIA**

**ANEXOS**

## 1. EL PROBLEMA

La región de Tiwanaku, es por excelencia, el área más apropiada para realizar el tipo de investigación que se propone, ya que representa el lugar más notable donde floreció una de las culturas más extraordinarias desarrolladas en Sud América, la Cultura Tiwanaku.

La herencia cultural que ha dejado esta imponente cultura ancestral, el trabajo cerámico de aquella época debido a que el área de influencia de la localidad de Tiwanaku, se encuentra literalmente “regada” de tiestos cerámicos de todo tipo, mostrando un gran desarrollo de las destrezas que pudieron alcanzar los habitantes del Tiwanaku, en cuanto a este tipo de trabajo artesanal (esencialmente de tipo cerámico).

Si bien existen investigaciones sobre estudios de arcillas y pastas cerámicas arqueológicas en Bolivia. Aún no se ha realizado sobre el estudio de tiestos arqueológicos encontrados en el templo del Kalasasaya en las excavaciones realizadas por Tiwanaku-CIAAAT-2019. Por tal situación consideramos importante poder hacer un estudio de los tiestos encontrados en esta excavación.

El propósito de esta investigación consiste en identificar la características tanto química y mineralógica de los tiestos arqueológicos extraídos del Kalasasaya- Tiwanaku-CIAAAT-2019, con el objeto de establecer las formulaciones de pastas cerámicas de los tiestos, y poder compararlas con los resultados que se obtengan a partir de formulaciones de pastas cerámicas preparadas con las arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku.

### 1.1 Formulación del problema

En base a todo lo descrito anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación.  
¿Qué características de las arcillas y los tiestos arqueológicos de la región de Tiwanaku, permiten establecer sus semejanzas o diferencias con las pastas cerámicas formuladas con arcillas de la región?

## **2. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL.**

- Determinar las características químicas y mineralógicas de arcillas de la región de Tiwanaku y su uso en pastas cerámicas arqueológicas.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Describir las características, químicas y mineralógicas de las arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku.
- Identificar las características químicas y mineralógicas de 15 tiestos del sitio arqueológico del Kalasasaya-Tiwanaku-CIAAAT-2019.
- Realizar una comparación de la formulación de pastas cerámicas con las arcillas de la región de Tiwanaku y los tiestos cerámicos arqueológicos del Kalasasaya-Tiwanaku-CIAAAT-2019.

## **3. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

Las características, químicas y mineralógicas que tienen las arcillas de la región Tiwanaku, permite establecer las propiedades semejanzas y/o diferencias con los tiestos cerámicos arqueológicos recolectados en el marco del Proyecto de Investigación, conservación, restauración del sitio arqueológico de Tiwanaku-CIAAAT-2019.

## **4.JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación tiene la finalidad, de realizar un estudio desde un enfoque interdisciplinario que incluyen no solo a las tradicionalmente vinculadas a las ciencias humanas, como la arqueología, la historia y la etnografía, sino también a las tradicionalmente vinculadas a las ciencias naturales, como la geología, la mineralogía y la química.

La necesidad de cruzar disciplinas y relacionar a especialistas de estos dos ámbitos es, en ese sentido, ineludible que permita comprender y explicar con rigor científico el objeto de estudio de las **CARACTERÍSTICAS, QUÍMICAS Y MINERALÓGICAS DE LAS ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO EN LA CERÁMICA ARQUEOLÓGICA**, tiestos encontrados en el Kalasasaya por el **Proyecto de INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIWANAKU-CIAAAT-2019**.

La presente investigación está relacionada con el ámbito de la cerámica precolombina y al cual se pretende aportar con los resultados teóricos y prácticos a alcanzar en esta investigación en determinar las formulaciones de pastas cerámicas utilizadas en los objetos arqueológicos obtenidos del templo del Kalasasaya.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 1. MENCIÓN DE OTROS ESTUDIOS RELATIVOS AL TEMA

#### Estado del Arte.

Resultado de la revisión bibliográfica realizada, se ha podido determinar que existen investigaciones sobre análisis químico y mineralógico de arcillas a quienes tomaremos como referencia sus aportes investigativos.

**Título del estudio:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, MINERALÓGICA Y ESTRUCTURAL DE ARCILLAS DE VIACHA Y KELLANI.

**Análisis:** Este artículo, se centra en referentes teóricos y metodológicos relativos la caracterización química, mineralógica y estructural de dos yacimientos de arcillas del departamento de La Paz, de Viacha, y Kellani.

Entre los resultados se menciona que ambos depósitos de arcilla presentan composiciones similares, que los materiales arcillosos estudiados muestran composiciones similares y que las mismas composiciones identificadas muestran como resultado que son materiales aptos para su aplicación en las cerámicas.

**Página Web:** Ticona, Wilma. *Caracterización química, mineralógica y estructural de arcillas de viacha y kellani*. Artículo scielo.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602012000200003&script=sci\\_arttext&tlnq=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602012000200003&script=sci_arttext&tlnq=en)

**Título del estudio:** ESTUDIO COMPOSICIONALES DE LAS PASTAS DE CERÁMICA TARDIA DEL VALLE DE HUALFÍN (BELEN, CATAMARCA).

**Análisis:** Los objetivos que llevaron a esta investigación fueron analizar la composición mineralógica de fragmentos cerámicos de Belén, los mismos que eran de distintos sitios del periodo de Desarrollos regionales del Valle de Hualfin.

Los resultados de esta investigación muestran que las inclusiones en las pastas cerámicas de Belén presentan una composición mineralógica homogénea.

En los fragmentos cerámicos de Santa María, un dato muy importante es que resalta la presencia de tiesto molido, un anti plástico utilizado en esa muestra. Los resultados de los análisis mineralógicos de las pastas cerámicas con la geología regional, sugiere que probablemente las arcillas fueron obtenidas de formaciones locales.

**Página Web:** Zagorodny, N. Morosi, M. Iucci, M. E. *Estudio Composicional de las Pastas de Ceramica Tardia del Valle de Hualfín (Belen, Catamarca, Artículo.* <https://core.ac.uk/download/pdf/230960948.pdf>

**Título del estudio:** **PETROGRAFÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS DEL SITIO LAS GARZAS EN EL CONTEXTO DE LAS TRADICIONES ALFARERAS DEL PRIMER MILENIO EN EL NOROESTE ARGENTINO.**

**Análisis:** Menciona que obtuvieron caracterizaciones más precisas de las pastas y morfometría de las vasijas e indagamos aspectos de la producción alfarera en un componente cultural prácticamente desconocido en la región, a diferencia de lo que se conoce para sitios aledaños como Las Cuevas, San Francisco, Pampa Grande, Tafí y Candelaria. Las Garzas son comunes las pastas gruesas que reflejan componentes locales de la Formación Puncoviscana, con agregado de tiesto molido en un porcentaje considerable y ausencia de la serie fina y gruesa asociadas a recipientes de servicio y de preparación/cocción de alimentos respectivamente, como ocurre en otros ámbitos del NOA. Respecto del tiesto molido, su presencia en más del 50% de las pastas analizadas se considera como un indicador que vincula esta elección tecnológica de Las Garzas con San Francisco y Vaquerías.

**Página Web:** Juarez, V.B. Cremonte, M.B. *Petrografía de las pastas cerámicas del sitio las Garzas en el contexto de las tradiciones alfareras del primer milenio en el noroeste argentino, Artículo.*

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletindearqueologia/article/view/21958/21372>

## 2. MENCIÓN DE LOS PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES

**Título del estudio:** MÉTODOS Y ANÁLISIS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN ESPAÑA

**Punto de vista del investigador:** Garcia, M. Olaetxea C. (1992). Menciona que “ En este trabajo mostramos cuál puede ser el potencial de estudio y algunas de las limitaciones que tienen los métodos más comúnmente empleados en los análisis de caracterización de cerámicas arqueológicas. Tras realizar un repaso por la bibliografía que se ha producido hasta el momento en nuestro país sobre este tema, comprobamos que este tipo de técnicas todavía no se ha desarrollado en toda su amplitud, siendo necesaria su integración en el marco de aproximaciones más rigurosas que contemplen el fenómeno de la cerámica como un factor más de los que interactúan en el seno de las comunidades del pasado”

**Página Web:** García Heras, M., & Olaetxea, C. (1992). *Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España*. *Archivo Español De Arqueología*, <https://doi.org/10.3989/aespa.1992.v65.487>

## 3. CORRIENTE O ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR

El enfoque a realizar es mixto de carácter cualitativo-cuantitativo.

Según Quiroz (2013) menciona el enfoque cualitativo “Es la integración en distintas posibilidades; que buscan comprender, interpretar y describir la realidad que está siempre en proceso de transformación y cambio constante”. (Pag 36). Desde el enfoque cualitativo nos permitirá entender el fenómeno y la realidad desde el punto de vista de los resultados.

El enfoque cuantitativo, es “... la recolección de datos es equivalente a medir. De acuerdo con la definición clásica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo a ciertas reglas” (Gómez, 2006, pág.121). El enfoque Cuantitativo nos permitió examinar y diagnosticar la magnitud del problema actual que se encuentra el tema de estudio. De esta manera nos permitió poder hacer una propuesta y poder explorar nuevos

conceptos en base al comportamiento, conocimientos, actitudes y experiencias que se obtuvo a través del proceso de la investigación.

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES**

##### **4.1 REGIÓN ARQUEOLÓGICA DE TIWANAKU**

La población de Tiwanaku se encuentra ubicada, en el Departamento de La Paz, Provincia Ingavi, situado en un valle de 11 km de ancho, entre dos serranías, pertenece a la Tercera Sección de la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, en el estado plurinacional de Bolivia. La capital del Municipio, es la localidad Tiwanaku se encuentra a 72 Km. desde la ciudad de La Paz. La superficie territorial del Municipio de Tiwanaku es de 474,97 Km.

Uno de los más importantes centros arqueológicos del departamento de La Paz-Bolivia, en una superficie aproximada de 30 hectáreas, donde se presenta un conjunto de restos arqueológicos templarios que simbolizan la cultura Tiwanaku, entre estos monumentos se destacan, el templo de Kalasasaya, en cuyo interior está la famosa Puerta del Sol, el templete semi-subterráneo con sus enigmáticas cabezas calvas y los restos de Kantataita, Putuni y Kericala. También se pueden apreciar las pirámides de Akapana y Pumapunku.

La artesanía de la zona realizada consta de: pequeñas piezas de cerámica, tomando como modelo monolitos, amuletos con diseños Tiwanakotas; de igual manera, la alfarería trabajada con gran maestría tal como vasos ceremoniales, sahumadores, y otros.

A pesar de esta importante producción asociada a la actividad turística, no existe una tradición artesanal de tipo ceramista propiamente dicha, por ello es importante el rescate de saberes ancestrales, no solo como forma de incentivar una actividad cultural basada en lo que fue el periodo Tiwanaku, sino también como medio de generar ingresos económicos alternativos a la economía agropecuaria de subsistencia que tiene la región.

## 4.2. LAS ARCILLAS

La arcilla es una materia prima de las artes cerámicas, tiene la característica de ser maleable. Al estar mezclada con agua se torna en una pasta que se puede manipular, y cuando se la quema se vuelve en cerámica. Las arcillas se encuentran en casi todas partes de la superficie de la tierra donde habitamos, varían ampliamente en sus propiedades. Algunas de estas son indicadas para la ejecución alfarera tal y como se las pueden obtener de los depósitos de arcilla, mientras otras deben ser purificadas o mezcladas con materiales como los antiplásticos para convertirlas en apropiadas para poder moldearlas.



**Foto 1.** Arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku  
**Fuente:** Elaboración propia

Según Hurlbut y Klein (1993) afirma mineralógicamente “se denomina arcilla a la mayoría de las rocas que se encuentran constituidas por cierto número de minerales, en proporciones variables con partículas pequeñas” (p.19). Este término se refiere a un material de grano muy fino, que se hace muy plástico al ser mezclado con agua.

Siendo las arcillas el resultado de la desintegración o descomposición de diversos tipos de rocas, difícilmente se encuentran depósitos alta pureza y en muchos yacimientos se requiere efectuar un tratamiento adecuado de selección.

Desde el punto de vista geológico “las arcillas son minerales naturales que se formaron hace millones de años y que reúnen las características peculiares de composición y formación relacionadas con el curso de la evolución de la tierra” (Domínguez y Schifter, 2003, p.13)

Para Glenn (1982) La arcilla se deriva de la “desintegración del granito y otras rocas feldespáticas o de pegmatitas que, al descomponerse, depositan partículas de alúmina y sílice” (p.13). Estos dos últimos minerales, combinados con agua, forman arcilla pura.

Es importante conocer el significado del término arcilla, su origen etimológico deriva del latín, exactamente, de la palabra “argilla”, que puede traducirse como “barro de alfarero”.



**Foto 2.** Depósito de material Arcilloso de Micaya- La Paz  
**Fuente:** Elaboración propia

En consecuencia, el término técnico de “**ARCILLA**” tiene dos acepciones conceptuales: por una parte, mineralógica, es decir grupo de como minerales que pertenecen al grupo denominado “filosilicatos de silicio-aluminio”, y por otra, como “sedimento fino”, referido a materiales térreos, generalmente en estado de polvo, aunque pueden presentarse bien compactos y masivos, formados por componentes (fragmentos de rocas y minerales) que

tienen un tamaño de grano muy menor a 5 micras. Los componentes son diversos tipos de minerales como los minerales de arcillas propiamente dichas, cuarzo, feldespatos, carbonatos, micas, etc. La denominación apropiada es “Material Arcilloso”.

Sin embargo, de lo mencionado, en el lenguaje popular y aun en muchas disciplinas científicas, no siempre se precisa la acepción correcta del término “arcilla” utilizándose de manera indistinta, es decir como sedimento o como mineral.

Una característica de la Arcilla es que, al ser cocida al fuego, esta se transforma en cerámica, y se puede afirmar que es uno de los medios más baratos de producir objetos de uso cotidiano, y una de las materias primas más utilizadas.

Las aplicaciones más comunes de los materiales arcillosos son en la fabricación de ladrillos, vasijas, objetos de arte, e incluso sarcófagos o instrumentos musicales, tales como la ocarina que son modelados con arcilla, por su parte las aplicaciones de los minerales de arcilla son innumerables y van desde usos en medicina, química, cosmética, otras ciencias e incluso en la más alta tecnología electrónica y científica actual.

#### **4.2.2. TIPOS DE ARCILLA**

Las arcillas pueden ser definidas como arcillas primarias o arcillas secundarias.

##### **4.2.2.1 Arcillas primarias**

Se utiliza la denominación de “Arcilla Primaria” cuando el yacimiento o depósito donde se encuentra es la misma, corresponde al lugar en donde se originó. Algunos autores consideran que “el caolín es la única arcilla primaria conocida, generalmente tiene las partículas gruesas, que son poco plásticas, aunque pueda ser de gran pureza, tiene alto nivel de fusión y el color antes y después del quemado es blanco” (Chavarría, 2010. pág. 6), sin embargo, la ILLITA, que tiene una estructura cristalina similar al de la Muscovita (mica) y que es la más común y abundante encontrada en casi todos los depósitos de

materiales arcillosos, también puede tener un origen primario, esta vez referido a que su formación, o transformación ocurre en el mismo lugar del depósito del material arcilloso.



**Foto 3.** Depósito de material Arcilla blanca-Caolín (La Bella,  
**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.2.2.2 Arcillas secundarias**

Las arcillas secundarias, son las que se han desplazado o han sido transportadas después de su formación por procesos físicos (agua, viento, hielo, etc.). Se encuentran entre ellos todos los depósitos de materiales arcillosos formados por procesos aluviales, lacustres, eólicos, glaciales. Los minerales de arcilla más comúnmente encontrados en un material arcilloso son: Illita, Caolinita, Montmorillonita, Clorita

Cada especie(s) de mineral de arcilla presente en el material arcilloso le dará un comportamiento particular desde el punto de vista cerámico y, que junto a algunos otros minerales (e.g, feldspatos), hace que esta materia prima sea apropiada para algún tipo particular de uso cerámico, por ejemplo, para cerámica roja, cerámica blanca, cerámica especial, lozas, vajillas, etc.



**Foto 4.** Depósito de arcilla secundaria Belén-Brasil Corresponde a depósitos del Rio Amazonas

**Fuente:** Elaboración propia

Las arcillas secundarias, son las que se han desplazado o han sido transportadas después de su formación por procesos físicos (agua, viento, hielo, etc.). Se encuentran entre ellos todos los depósitos de materiales arcillosos formados por procesos aluviales, lacustres, eólicos, glaciales. Los minerales de arcilla más comúnmente encontrados en un material arcilloso son: Illita, Caolinita, Montmorillonita, Clorita

Cada especie(s) de mineral de arcilla presente en el material arcilloso le dará un comportamiento particular desde el punto de vista cerámico y, que junto a algunos otros minerales (e.g, feldespatos), hace que esta materia prima sea apropiada para algún tipo particular de uso cerámico, por ejemplo, para cerámica roja, cerámica blanca, cerámica especial, lozas, vajillas, etc.

### 4.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS ARCILLAS

Las arcillas tienen diferentes características, entre las cuales tenemos:

#### 4.2.3.1 Características físicas de las arcillas



**Foto 5.** Pastas elaboradas de arcillas de la región de Tiwanaku  
**Fuente:** Elaboración propia

Para comprobar la plasticidad de la arcilla se modelará un rollo a partir de una esfera, y se hará un pequeño arco que debe dejar liso en su superficie. “Si aparecen grietas, es debido a la poca plasticidad de la arcilla y será necesario mezclarla con otra más plástica antes de su manipulación” (Chavarría, 2016, p.35).

Las arcillas deben dejarse en reposo o también llamado añejado un tiempo después de ser amasadas, pero teniendo cuidado de guardarlas en estado de humedad adecuada. Este tiempo de envejecimiento hace más plásticas las arcillas, mejorando su maleabilidad.

#### 4.2.3.2. Características químicas de las arcillas

Los materiales arcillosos usuales en aplicaciones cerámicas contienen entre sus componentes a minerales de arcilla de diversos tipos o especies. Estos minerales de arcillas están “formadas por pequeñísimas partículas y cristales que contienen en su fórmula química general, Silicato hidratado de alúmina ( $Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ ), junto a iones metálicos y no-metálicos de coordinación como Calcio, Hierro, Potasio, Sodio, Magnesio, etc.

Para determinar las características mineralógicas de las arcillas, estas deben de ser realizadas en un laboratorio especializado que cuente con un equipo de Difracción de Rayo X, las características químicas se las puede analizar en un laboratorio químico o mediante el método de la Fluorescencia de Rayos X.

#### 4.2.3.3. Características mineralógicas de las arcillas

Para determinar las características mineralógicas de las arcillas, las muestras se las hace por Difracción de Rayos-X (DRX). La técnica de difracción de rayos-X (DRX) es uno de los métodos más idóneos para la identificación de las fases de minerales de arcilla. Las muestras son preparadas en forma de polvo mediante trituración en mortero de ágata o en molino de bolas y posteriormente tamizadas a un tamaño de partícula inferior a 100 mallas (método de polvo policristalino).

### 4.3. LA CERÁMICA

El significado de la palabra cerámica, de “origen griego, con la alfarería, de etimología árabe. En efecto, Kèramos, en griego, y alfar, en árabe, significan ambas arcillas” (Chiti, 1986, p.13). Designa todos los productos elaborados a partir de tierras arcillosas cocidas. Los distintos tipos de cerámica son consecuencia de los tipos de barros o arcillas, de los modos de prepararlos y trabajarlos, de los hornos y las temperaturas, así como de los tratamientos de sus superficies mediante barnices y esmaltes.

Los productos cerámicos más conocidos y propios de este oficio son; el barro cocido, la alfarería, la alfarería esmaltada, la loza (mayólica), el gres y la porcelana.

Como señala Orton, (1997) es importante antes de analizar cualquier colección cerámica, entender la naturaleza de la materia prima y entender todos los pasos que sufre la misma en el proceso de formación, así como reconocer las huellas que dejan estas actividades en la cerámica (p. 35).

Antes de profundizar en la producción cerámica, hay que entender conceptualmente a qué nos referimos. Al decir producción cerámica entendemos una “serie de tareas encaminadas a la obtención de objetos cerámicos, es decir, una actividad” (Manzanilla, 1986. Pág. 42).

De acuerdo con Chiti, (1986) la cerámica es el arte de fabricar objetos artísticos, utilitarios o mixtos, utilizando arcilla como materia prima, la que después de modelada, debe ser horneada a adecuada temperatura a fin de que dichos objetos adquieran sus características, definitivas, estéticas, de color, resistencia.

#### **4.3.1. Cerámica arqueológica**

“En arqueología, el estudio de los artefactos cerámicos proporciona la pauta para indagar aspectos funcionales, de interacción e intercambio, política, religión e ideología de las sociedades pasadas que utilizaron” (Pérez, 2017. Pág. 15). El estudio de la cerámica arqueológica es de mucha importancia porque nos va permitir conocer muchos aspectos de una cultura, los mismos que podemos encontrar evidencias en muchos lugares del mundo.

Rice, M. (1987) Hace referencia que las arcillas “debido a sus propiedades físicas, la cerámica es prácticamente imperecedera; aunque una vasija se quiebre, los fragmentos o tiestos son prácticamente indestructibles independientemente de procesos medioambientales y de la acción humana” (pág.24).

#### **4.3.2. Pastas cerámicas**

La preparación de la pasta para cerámica es muy importante en la cadena de la producción, existen alfareros que adicionan a las pastas antiplásticos como la toba volcánica (pocke), cuarzo, arena, piedra pizarra molida, fibra vegetal.

Por otra parte debemos de tomar en cuenta que para realizar ciertos objetos destinados a una función “La composición de la pasta es de textura mediana y fina compactada, por lo general esta es seleccionada. Considerando que se trata de cerámica de tipo ceremonial, las pastas utilizadas fueron seleccionadas por su grano fino y mezclada con distintos tipos de desgrasantes, como partículas de cuarzo y arena fina” (Pantoja, 2016. Pág. 65)

Sin embargo, existen arcillas que en su composición ya tienen antiplásticos, las mismas que se trabajan sin ninguna dificultad.

#### **4.3.3 Cocción de la cerámica**

Un elemento fundamental para que una pieza arqueológica se convierta en cerámica, la pasta debe someterse a una cocción o quema. La misma que puede llegar a una temperatura arriba de 800 grados.

“Las dos técnicas ampliamente conocidas por los tiwanakotas eran, cocción a fuego oxidante y la reductora, con sus variantes intermedias entre la oxidante y la reductora, para poder obtener vasijas de tonos claros como la naranja rojiza y las variantes en diferentes tonos, hasta obtener piezas totalmente oscuras” (Pantoja, 2016. Pág. 66). Esas técnicas de cocción precolombinas aún se siguen practicando en comunidades alfareras del altiplano boliviano.

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio será **DESCRIPTIVO**.

Los estudios **descriptivos** son "...estudios que buscan únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no están interesados en comprobar explicaciones..." (Tamayo, 1999, pág. 44). Es descriptiva porque se buscó establecer la situación actual que fueron formuladas las pastas cerámicas arqueológicas se hizo análisis químicos y mineralógicos de 5 depósitos de arcillas de la región de Tiwanaku y de 15 tiestos cerámicos arqueológicos del Proyecto de Investigación, Conservación, Restauración del sitio Arqueológico de Tiwanaku-CIAAAT-2019, Posteriormente se hizo una comparación de los 15 tiestos con las 5 arcillas de la región.

Para el proceso de esta investigación, se tomó en cuenta el inicio de indagación como parte inicial que permitió hacer un diagnóstico del estado de la situación y a partir de ello se desarrolló el análisis de los resultados.

### 2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de investigación es "No experimental, indagar la incidencia y los valores que se manifiestan una o más variables" (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista L, 2003, pág. 184)

El diseño propuesto es el no experimental, debido a que no se realiza una manipulación de las variables, nos limitamos solo a la observación de lo que paso en el contexto de la investigación.

### 3. VARIABLES DE LA INVESTIGACION

**VARIABLE INDEPENDIENTE.** Arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku

**VARIABLE DEPENDIENTE:** Pastas cerámicas arqueológicas

## 4. POBLACION Y MUESTRA

### 4.1 Población

“La población o universo de estudio, es el conjunto de individuos u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación, al que se generalizan los hallazgos” (Chuquimia, 2005, pág.119). En el presente estudio la población está constituida en la región de Tiwanaku.

Por lo que la población de estudio es la región arqueológica de Tiwanaku, de las mismas se recolecto.

- a) 5 tipos de arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku
- b) 15 tiestos cerámicos arqueológicos

Es importante mencionar que se recolecto 5 tipos de arcillas de diferentes depósitos de la región arqueológica de Tiwanaku.

### 4.2 Muestra

“La muestra es en cierta manera una réplica en miniatura de la población. Se estudian las muestras para describir a las poblaciones, ya que el estudio de muestras es más sencillo que el de la población completa, porque implica menor costo y demanda menos tiempo” (Cantoni, 2009, pág. 34).

- Se estudio 5 depósitos de arcillas recolectadas en la región de Tiwanaku
- 15 tiestos cerámicos arqueológicos

## 5. AMBIENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los ambientes donde se llevará la investigación en cuanto a los análisis de las muestras de arcilla son en el Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente (IGEMA) UMSA.

## 6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

### 6.1 TÉCNICA: Guía de observación

La observación "...consiste en la participación directa e inmediata del observador en cuanto asume uno o más roles en la vida de la comunidad, del grupo o dentro de una situación determinada. Se ha definido como la técnica por la cual se llega a conocer la vida de un grupo desde el interior mismo, permitiendo captar no solo los fenómenos objetivos y manifiestos sino también el sentido objetivo de muchos comportamientos sociales, imposibles de conocer y menos aún de comprender con la observación no participante". (Ander-Eg, 2000. pág. 204). Con esta técnica se hizo una observación a todos los actores de la investigación, se utilizó, para obtener un registro de los hechos, fenómenos y situaciones de la realidad del contexto. Se realizará la revisión de documentos como él y después de ello se hará un análisis.

### 6.2 INSTRUMENTOS:

#### Guía de observación

Este instrumento nos permitió sistematizar los eventos tal como sucedieron, posterior a ello nos permitió hacer un análisis al respecto puntualizar la información que deseamos obtener.

**EQUIPOS DE DRX.-** Dentro de las técnicas e instrumentos se tiene: El equipo de Difracción de Rayos X (DRX), de marca PanAnalytical modelo X'Pert-3 Powder, que trabaja con tubo de Cu generándose radiación X a 40 Kv. y 40 mA.

**EQUIPO DE FRX.-** El equipo de Fluorescencia de Rayos X, (FRX) es marca Rigaku GeigerFlex, que trabaja con tubo de Cr a 50 Kv y 30mA. EL registro tiene dos partes, una es automática, dirigida a elementos pesados, corrida en un rango de 10° a 65° con cristal de dispersión LiF y la otra para elementos ligeros, corresponde a un registro manual midiéndose la respuesta en puntos específicos pero característicos de cada elemento de interés y utilizando cristales de dispersión apropiados (EDDT, ADP, Ge, TAP).

## 7. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1RA FASE: MUESTREO REGIÓN ARQUEOLOGICA DE TIWANAKU

El contacto con el director del Museo Arqueológico de Tiwanaku Julio Condori y El Coordinador Ing. Mario Blanco, responsable del Instituto de Investigaciones Geológicas, fue un factor importante para el desarrollo de esta investigación en esta fase, ya que permitió la posibilidad de hacer el recorrido a depósitos de arcilla de la región arqueológica



**Foto 6.** Equipo de trabajo de las tres Instituciones c  
**Fuente:** Elaboración propia

Se estableció un convenio institucional entre las tres Instituciones donde se llevó la investigación.

M.Sc. Sonia Limachi Aguilar, docente investigadora de la Carrera de Artes Plásticas-UPEA

Lic. Julio Condori, director del museo arqueológico CIAAAT-TIWANAKU

Ing. Mario Blanco Casas, Coordinador del Instituto de Investigaciones IGEMA-UMSA

La recolección de las muestras se realizó el 3 de marzo del 2020, en este reconocimiento de la zona nos acompañó don Clemente Ticona, vecino de Tiwanaku y funcionario del Museo Arqueológico de Tiwanaku.

---

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS**

Esta actividad se inicia con la toma de muestras directamente en los depósitos de arcillas de la región de Tiwanaku. Se obtiene muestras en una cantidad promedio de 5 kilos de lugares apropiados pero representativos del tipo de material. En el laboratorio se procede al secado natural de las muestras y luego a un chancado para obtener partículas de inferiores a media pulgada de diámetro (polvo fino)

### PUNTO CENTRAL-MUSEO TIWANAKU

<b>Punto No 1</b> <b>“ARCILLA ROJA -QUENACHATA”</b>	<b>Punto No 2</b> <b>“ARCILLA BLANCA – CHAMBI GRANDE”</b>
	
<p><b>Foto 7.</b> Cerro Quenachata /Comunidad Achaca.</p>	<p><b>Foto 8.</b> 2do punto: 5km del pueblo camino a Taraco</p>
<p><b>Coordenadas</b>            P. 82 GPS            S: 16 36,229            O: 0,68            40,925 h.            3922 msnm</p>	<p><b>Coordenadas</b>            P. 84 GPS            S: 16 36,262            O: 0,68            40,764 h.            3891 msnm</p>

**PUNTO No 3**  
**ARCILLA BLANCA PIGMENTADA AMARILLO-  
CHAMBI GRANDE**



**Foto9. 5to punto:** Arcilla blanca pigmentado cor amarillo

**Coordenadas**

P. 98 GPS

S: 26 32,343 O:

0,68 42,104 h. 3864  
msnm

**PUNTO No 4**  
**ARCILLA ROJA – PLAZA DE RECES**



**Foto. 8 4to punto:** Plaza de reces Waka Katu

**Coordenadas**

P. 99 GPS

S: 16

32,344 O:

0,68 43,104

h. 3864

msnm

Foto 9. **MUESTRA No 5**

**ARCILLA ROJA K'HATAURANI"**



**Coordenadas**

P. 101 GPS

S: 16 32,928

O: 0,68 41,005

h. 3msnm

## 2da FASE: EQUIPOS DE LABORATORIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X Y EL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS DEL IGEMA-UMSA.

EL Instituto de Geología y medio ambiente (IGEMA) a cargo Docente Investigador Ing. Mario Blanco Casas, fue quién brindo su apoyo y asesoramiento en la interpretación de los análisis químico y mineralógico de todas las muestras realizadas. Se realizo con la supervisión del especialista.

Equipo de Difracción de Rayos X	Equipo de Fluorescencia de Rayos X
 <p><b>Foto 10.</b> Equipo de laboratorio de DRX-IGEMA <b>Fuente:</b> Elaboración propia</p>	 <p><b>Foto11:</b> Equipo de laboratorio de Fluorescencia de Rayos X. <b>Fuente:</b> Elaboración propia</p>
<p>El equipo de Difracción de Rayos X (DRX), es marca PanAnalytical modelo X`Pert-3 Powder, que trabaja con tubo de Cu generándose radiación X 40 Kv. y 40 mA. Para registrar los difractogramas por el "Método del Polvo".</p>	<p>El equipo de Fluorescencia de Rayos X, (FRX) es marca Rigaku GeigerFlex, que trabaja con tubo de Cr a 50 Kv y 30mA. EL registro tiene dos partes, una es automática, corrida en un rango de 10° a 65° con cristal de dispersión LiF, para determinar la presencia de elementos pesados, y otra, es manual en rangos puntuales que corresponden picos característicos de elementos ligeros incluyendo a Ca y Ti, utilizando diferentes cristales de dispersión (LiF, EDDT, ADP, GE y TAP).</p>

## **PREPARACION DE LA MUESTRAS DE ARCILLA RECOLECTADAS DE LOS 5 DEPOSITOS DE LA REGIÓN ARQUEOLÓGICA DE TIWANAKU**

Para realizar el análisis de Difracción de Rayos X, por el método del “polvo” en muestra total, y el análisis de Fluorescencia de Rayos X, se tomó una parte de las muestras de arcilla de los 5 depósitos representativos, fueron molidas en un mortero de piedra ágata hasta obtener polvo muy fino y con esta fracción se preparó los porta muestras respectivos para el análisis tanto químico como mineralógico. En esta **fase** se realizó los análisis de laboratorio en el Instituto de Geología y Medio Ambiente-UMSA, las características químicas, mineralógicas de las arcillas

### **3ra FASE: DESCRIPCION MACROSCOPICA DE LAS MUESTRAS.**

Las muestras se identifican con los siguientes códigos: Muestra “082148”, “082151”, “082160”, “082161”, “082165”, “082169”, “082170”, “082171”, “082175”, “082178”, “082184”, “082185”, “082191”, “082204” y “082211”.

Corresponden a “TIESTOS” (fragmentos cerámicos) del Kalasasaya en el Centro Arqueológico de Tiwanaku. Las muestras tienen diferentes colores, aunque con predominancia de marrones a rojizos.

## PREPARACION DE LA MUESTRA.

Para el análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRX), se tomó una parte representativa de cada muestra misma que fue molida en mortero de ágata hasta obtener polvo muy fino.



Foto 12. Paso 1. fracmento pequeño de tiesto



Foto 13. Paso 2. Molido a polvo fino del fracmento



Foto 14. Paso 4. Colocar a la portamuestras



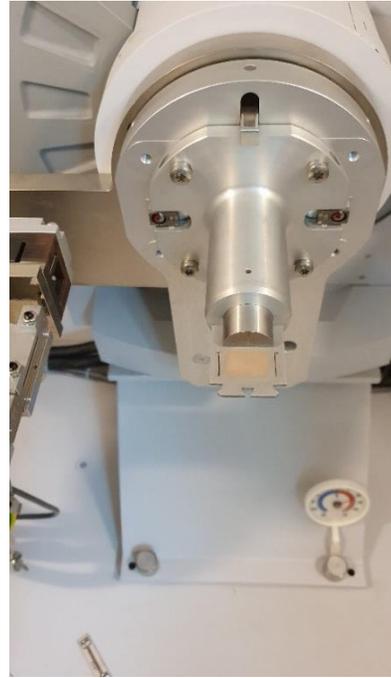
foto 15. Paso 5. Arcilla pulverizada

Fuente: Elaboración propia

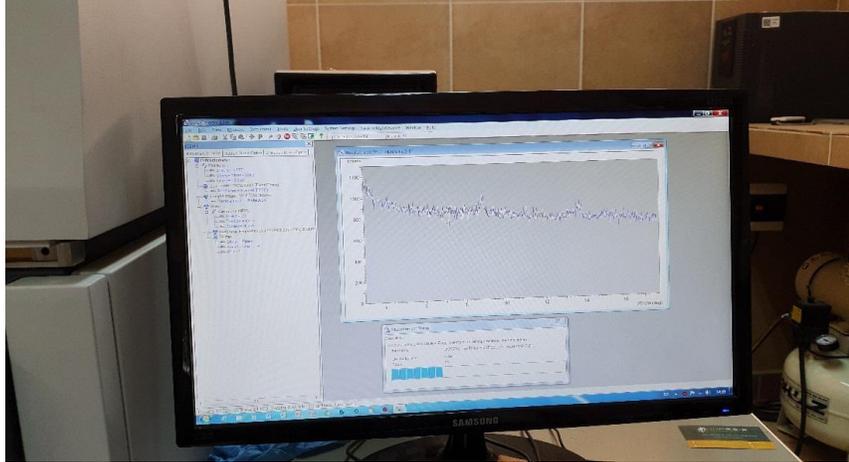
**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS**



**Foto16. Paso 5.** Portamuestras en el equipo de DRX



**Foto 17. Paso 6.** Equipo de DRX



**Foto 18. Paso 7.** Resultados de los análisis de las arcillas en proceso

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPITULO IV: RESULTADOS

**RESULTADOS DEL PRIMER OBJETIVO PLANTEADO:** Identificar las características, químicas y mineralógicas de las arcillas de la región de Tiwanaku.

A continuación, se muestra los análisis mineralógicos de 5 tipos de arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku, mostrando los gráficos que corresponden a los difractogramas DRX para cada muestra analizada.

### ANÁLISIS MINERALÓGICO

#### MUESTRA No. 1 “ARCILLA AMARILLA – CHAMBI GRANDE” DIFRACCIÓN DE RAYOS X – “MÉTODO DEL POLVO”

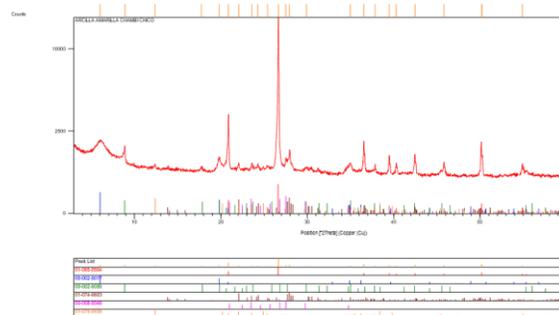


Foto 19. Arcilla amarilla

#### IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS.

##### A. COMPONENTES MAYORITARIOS:

1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	Muy abundante
2	Nontronite	Na <sub>0.33</sub> Fe <sub>2+3</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub> ! <sub>x</sub> H <sub>2</sub> O	Poco
3	Illite	K Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> Al O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub>	Poco

##### B. COMPONENTES MINORITARIOS:

4	Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Escaso
5	Orthoclase	K ( Al , Fe ) Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Escaso
6	Kaolinite	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( O H ) <sub>4</sub>	Trazas

La Nontronita es una arcilla del grupo de la Motmorillonita Albita y Ortosa (Orthoclase), son Feldespatos.

## ANÁLISIS MINERALÓGICO

### MUESTRA No 2 “ARCILLA ROJA – PLAZA DE RECES”

#### DIFRACCIÓN DE RAYOS X – “MÉTODO DEL POLVO”

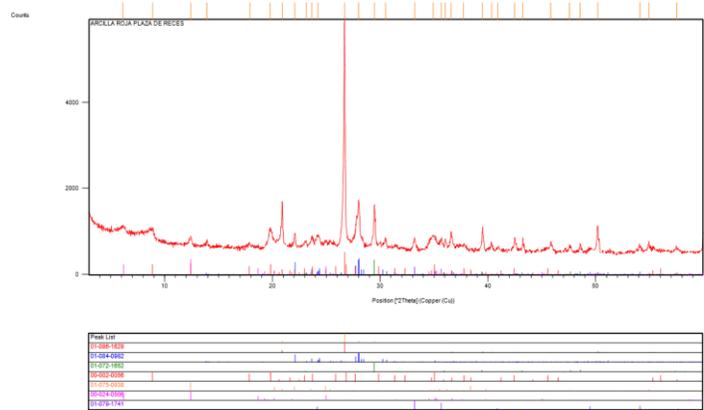


Foto 20. Arcilla roja

### IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS.

#### A. COMPONENTES MAYORITARIOS:

1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	Muy abundante
2	Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Poco
3	Calcite	Ca C O <sub>3</sub>	Poco

#### B. COMPONENTES MINORITARIOS:

4	Illite	K Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> Al O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub>	Escaso
5	Kaolinite	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( O H ) <sub>4</sub>	Escaso
	Clinocllore	( Mg <sub>5</sub> Al ) ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>8</sub>	Escaso
	Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Escaso

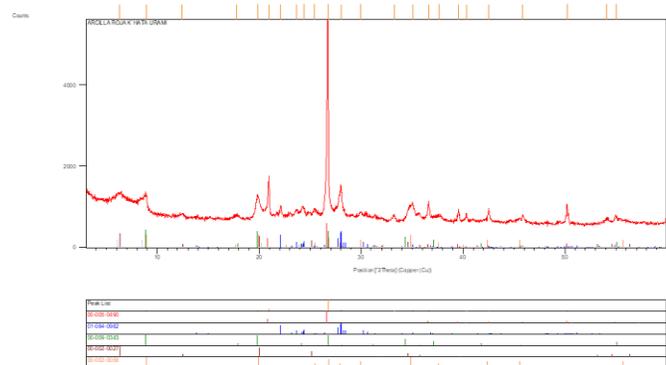
Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS MINERALÓGICO

### MUESTRA No 3 “ARCILLA ROJA- K'HATA URANI” DIFRACCIÓN DE RAYOS X – “MÉTODO DEL POLVO”



**Foto 21: Arcilla Roja**



#### IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS.

##### A. COMPONENTES MAYORITARIOS:

1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	Muy abundante
2	Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Poco
3	Illite	K <sub>0.5</sub> ( Al , Fe , Mg ) <sub>3</sub> ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub>	Poco

##### B. COMPONENTES MINORITARIOS:

4	Nontronite	( Fe , Al ) ( Si , Al ) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( O H ) <sub>x</sub> H <sub>2</sub> O	Escaso
5	Muscovite	H <sub>2</sub> K Al <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub>	Muy escaso

La Nontronita es una arcilla del grupo de la Motmorillonita

Albita es Feldespato, Illita y Muscovita, algunos autores las consideran una sola

## ANÁLISIS MINERALÓGICO

### MUESTRA No 4 “ARCILLA ROJA QUENACHATA” DIFRACCIÓN DE RAYOS X – “MÉTODO DEL POLVO”

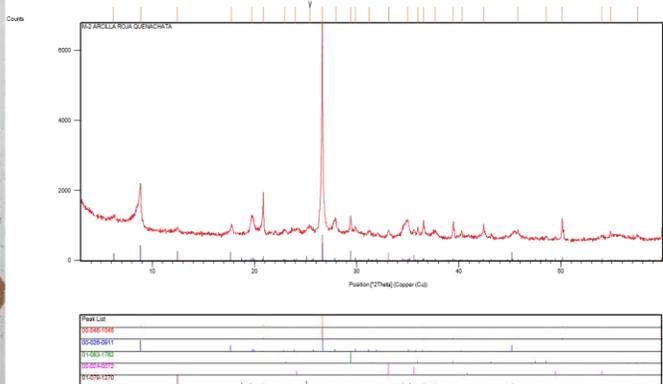


Foto 22. Arcilla Roja

#### IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS.

##### A. COMPONENTES MAYORITARIOS:

1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	Muy abundante
2	Illite	( K , H <sub>3</sub> O ) Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> Al O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub>	Poco
3	Calcite	Ca ( C O <sub>3</sub> )	Poco

##### B. COMPONENTES MINORITARIOS:

4	Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Escaso
5	Clinochlore	( Mg <sub>5</sub> Al ) ( Si , Al ) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>8</sub>	Escaso
	Muscovite	K Al <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ( O H )	Muy escaso

**ANÁLISIS MINERALÓGICO**  
**MUESTRA No 5 “ARCILLA BLANCA CHAMBI CHICO”**  
**DIFRACCIÓN DE RAYOS X – MÉTODO DEL POLVO FINO**

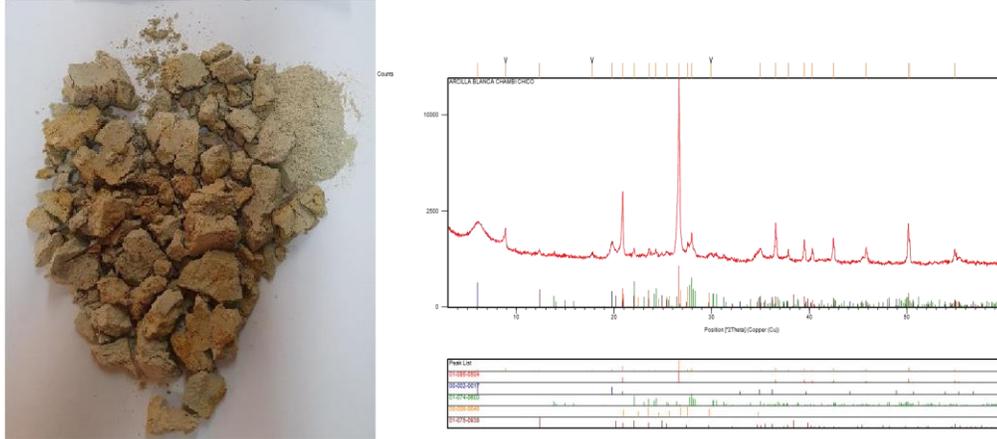


Foto 23. Arcilla blanca

**IDENTIFICACIÓN DE FASES CRISTALINAS. A.****A. COMPONENTES MAYORITARIOS:**

1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	Muy abundante
2	Kaolinite	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( O H ) <sub>4</sub>	Poco
3	Goethite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ! H <sub>2</sub> O	Poco

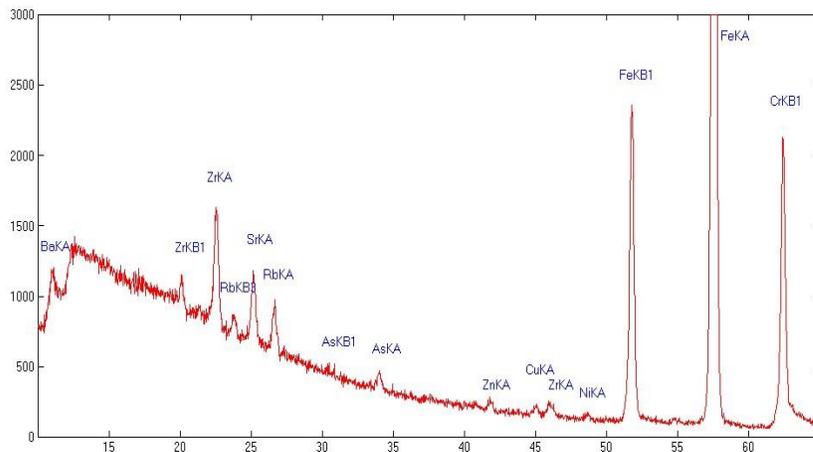
**B. COMPONENTES MINORITARIOS:**

4	Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Escaso
5	Mica	K - Mg - Fe - Al - Si - O - H <sub>2</sub> O	Muy escaso

## RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUÍMICO DE 5 TIPOS DE ARCILLAS DE LA REGIÓN ARQUEOLÓGICA DE TIWANAKU:

Los gráficos muestran los resultados que corresponden al análisis cualitativo de Elementos Químicos obtenido por el método de la Fluorescencia de Rayos X para cada muestra del presente estudio.

### ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRAS No 1 “ARCILLA AMARILLA – CHAMBI GRANDE” FLUORESCENCIA DE RAYOS X



#### ELEMENTOS IDENTIFICADOS. -

##### MAYORITARIOS

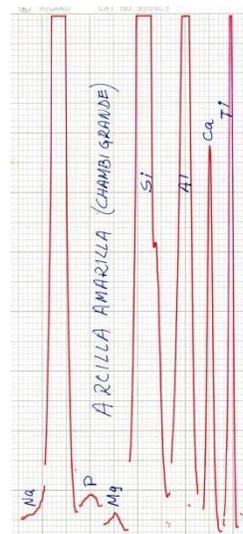
- Si, Al, K, Fe, Ti, Ca, Zr..

##### b) MINORITARIOS

- Sr, Rb, Ba, P, Mg. As.

##### c) TRAZAS

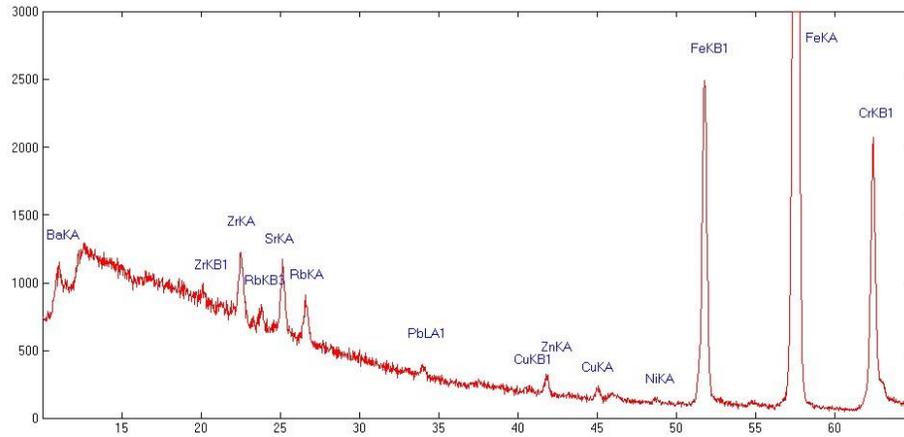
- Zn, Cu, Ni, Na.



**NOTA.-** El elemento Cr corresponde al Tubo de Rayos X. No es posible determinar su presencia en la muestra analizada.

Presencia en la muestra analizada

## ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRAS No 2 "ARCILLA ROJA - PLAZA DE RECES" FLUORESCENCIA DE RAYOS X



### ELEMENTOS IDENTIFICADOS. -

#### a) MAYORITARIOS

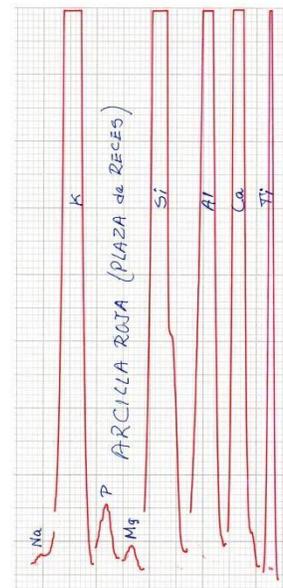
- Si, K, Al, Ca, Ti.

#### b) MINORITARIOS

- P, Zr, Sr, Rb, Mg, Na.

#### c) TRAZAS

- Pb, Cu, Ni..

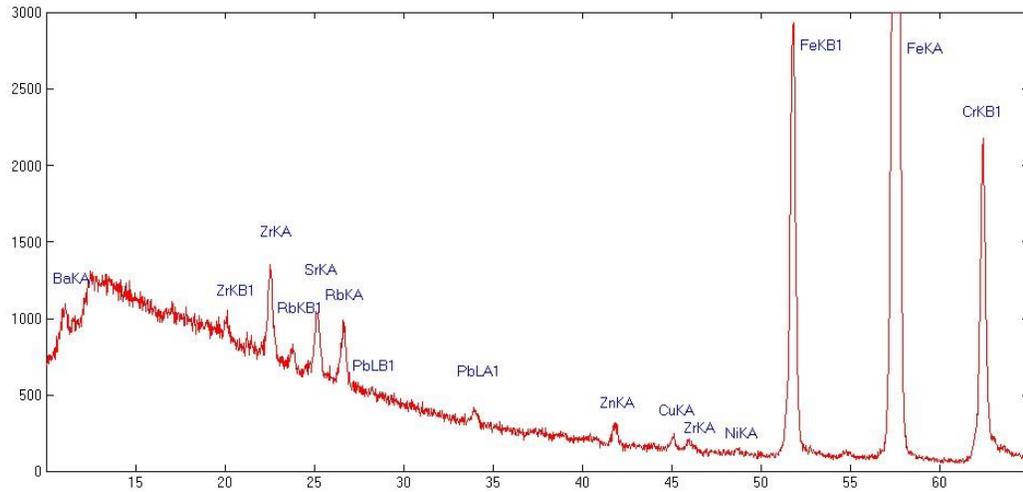


**NOTA.-** El elemento Cr corresponde al Tubo de Rayos X. No es posible determinar su presencia en la muestra analizada.

## ANÁLISIS QUÍMICO

### MUESTRAS No 3 “ARCILLA ROJA K'HATA URANI” FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Fuente: Elaboración propia



#### ELEMENTOS IDENTIFICADOS. -

##### a) MAYORITARIOS

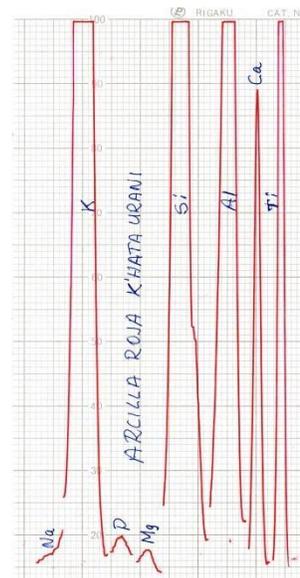
- Si, K, Al, Fe, Ti, Ca.

##### b) MINORITARIOS

- Zr, Sr, Rb, P, Mg, Zn.

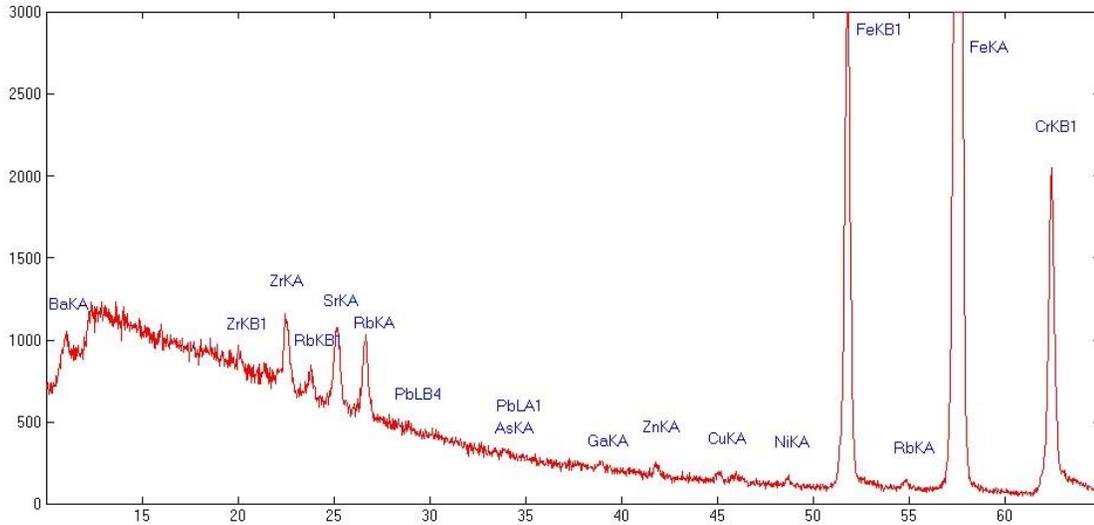
##### c) TRAZAS

- Ba, Pb, Cu, Ni, Na.



**NOTA.-** El elemento Cr corresponde al Tubo de Rayos X. No es posible determinar su presencia de la muestra anaizada

## MUESTRAS No 4 "ARCILLA ROJA QUENACHATA" FLUORESCENCIA DE RAYOS X



### ELEMENTOS IDENTIFICADOS. -

#### a) MAYORITARIOS

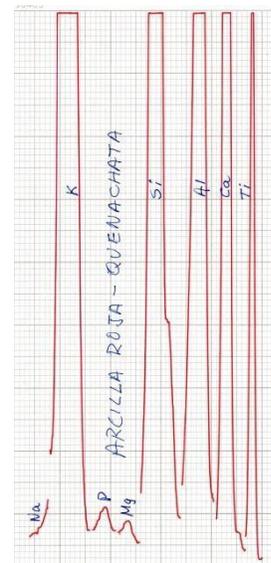
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

#### b) MINORITARIOS

- c) Zr, Sr, Rb, P, Mg, Ba.

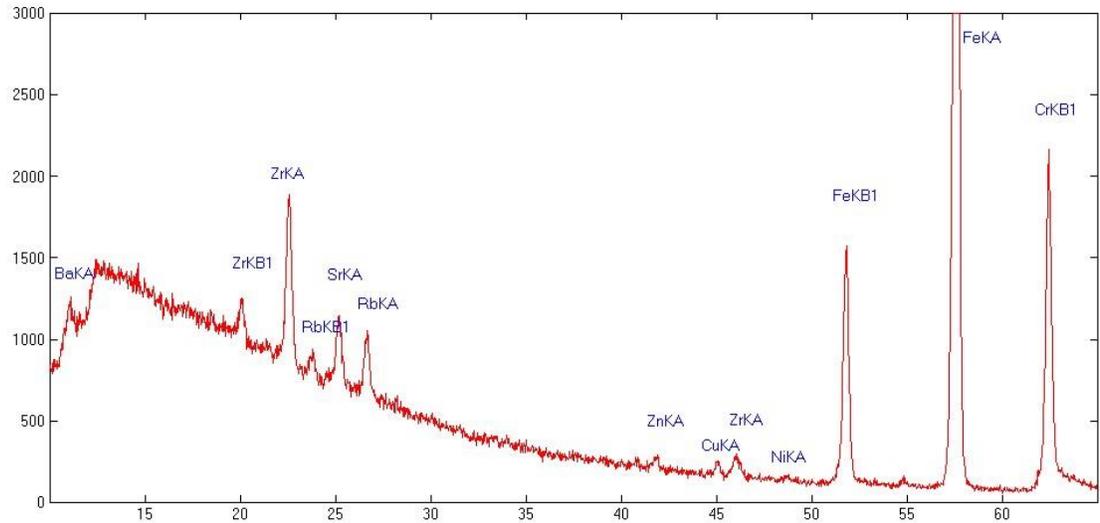
#### d) TRAZAS

- Zn, Pb, As, Cu, Ga, Ni, Na.



**NOTA.-** El elemento Cr corresponde al Tubo de Rayos X. No es posible determinar su

## MUESTRAS No 5 "ARCILLA BLANCA- CHAMBI CHICO" FLUORESCENCIA DE RAYOS X



### ELEMENTOS IDENTIFICADOS. -

#### a) MAYORITARIOS

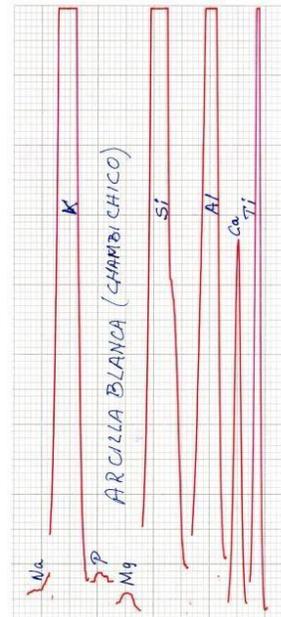
- Si, K, Al, Fe, Ti, Ca, Zr.

#### b) MINORITARIOS

- Sr, Rb, Ba, Mg, P.

#### c) TRAZAS

- Zn, Cu, Ni, Ni, Na.



NOTA.- El elemento Cr corresponde al Tubo de Rayos X. No es posible determinar su

**RESULTADOS DEL SEGUNDO OBJETIVO PLANTEADO:** Identificar las características químicas y mineralógicas de 15 tiestos del sitio arqueológico del Kalasasaya Tiwanaku CIAAAT-2019.

Las 15 muestras de tiestos cerámicas arqueológicas son del PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIWANAKU/CIAAAT/2019, las mismas que fueron entregadas a la investigadora M.Sc. Sonia Limachi Aguilar, docente investigadora del Instituto de Investigaciones de la Carrera Artes Plásticas-UPEA.

No	Código	Tipo de recolección /adquisición	Procedencia	Sitio Arqueológico	Proyecto	Sector	No Unidad de coordenadas	Tipo de material
1	TWK-082148	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534841	Cerámica
2	TWK-082151	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534841	Cerámica
3	TWK-082160	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534754	Cerámica
4	TWK-082161	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	Centro monumental	U/1N8169675E534754	Cerámica
5	TWK-082165	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	Centro monumental	U/1N8169675E534779	Cerámica
6	TWK-082169	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio oeste	U/1N8169675E534779	Cerámica
7	TWK-082170	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534779	Cerámica
8	TWK-082171	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534779	Cerámica
9	TWK-082175	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534779	Cerámica
10	TWK-082178	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio interno	U/1N8169675E534779	Cerámica
11	TWK-082184	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio interno	U/1N8169675E534779	Cerámica
12	TWK-082185	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534855	Cerámica
13	TWK-082191	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534855	Cerámica
14	TWK-082204	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534855	Cerámica
15	TWK-082111	Excavación	Tiwanaku	Kalasangaya	PICRSAT-CIAAAT 2019	patio sur	U/1N8169675E534855	Cerámica

**Fuente:** PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TIWANAKU/CIAAAT/2019. Arquitecta Analí Fuentes.

### Tiestos Cerámicos Arqueológicos del Kalasasaya- Tiwanaku



**Foto 26.** Parte interna de los tiestos cerámicos arqueológicos del Kalasasaya.

**Fuente:** Proyecto de investigación conservación, restauración del sitio arqueológico de Tiwanaku/CIAAAT/2019.

### Tiestos Cerámicos Arqueológicos del Kalasasaya- Tiwanaku



**Foto 27.** Parte interna de los tiestos cerámicos arqueológicos del Kalasasaya.

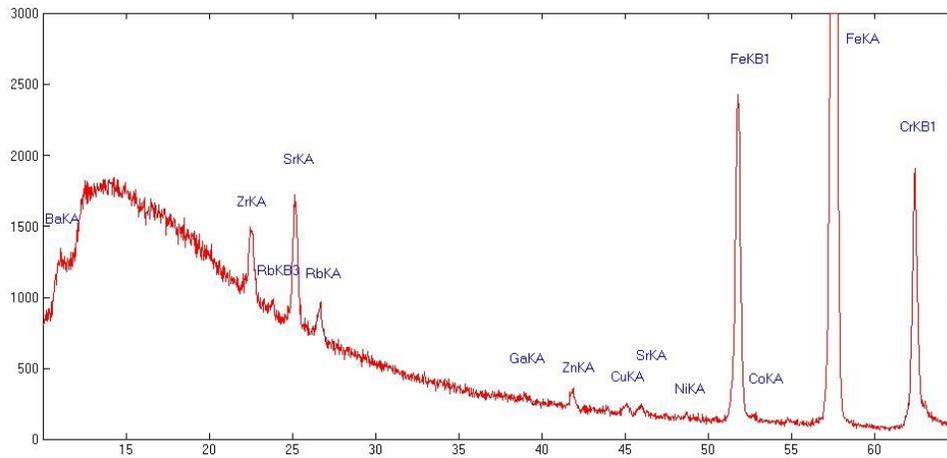
**Fuente:** Proyecto de investigación conservación, restauración del sitio arqueológico de Tiwanaku/CIAAAT/2019.

## ANÁLISIS DE LOS TIESTOS ARQUEOLÓGICOS

### ANÁLISIS MINERALÓGICOS Y QUÍMICOS DE 15 TIESTOS ARQUEOLÓGICOS

En esta parte se muestra los resultados de los análisis tanto químico y mineralógico que corresponden a los espectros FRX para cada muestra analizada.

#### MUESTRA No. 1 TIESTO "082148" (FLUORESCENCIA DE RAYOS X)



#### ELEMENTOS IDENTIFICADOS.

##### a) MAYORITARIOS

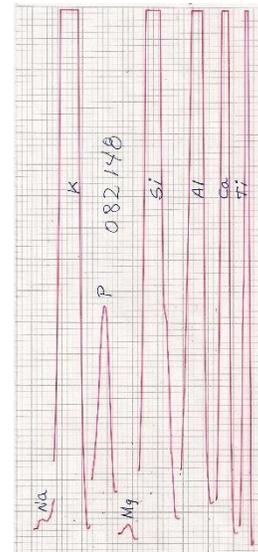
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti, P.

##### b) MINORITARIOS

- Sr, Zr, Rb, Mg, Cu.

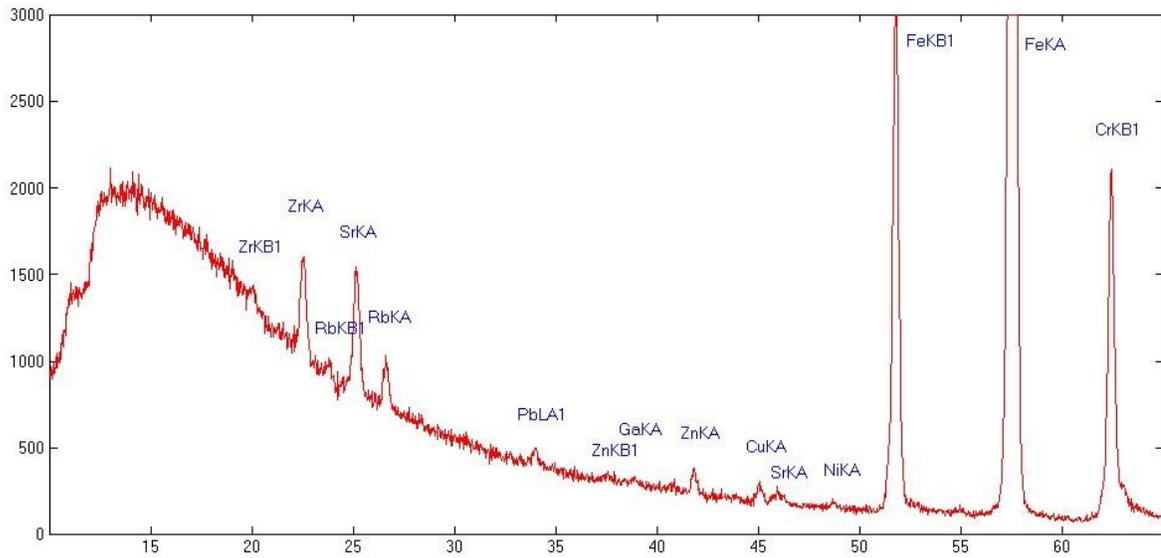
##### c) TRAZAS

- Ba, Na, Cu, Co, Ni.



**NOTA.-** El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

## FLUORESCENCIA DE RAYOS X MUESTRA No. 2 TIESTO "082151"



### ELEMENTOS IDENTIFICADOS.

#### a) MAYORITARIOS

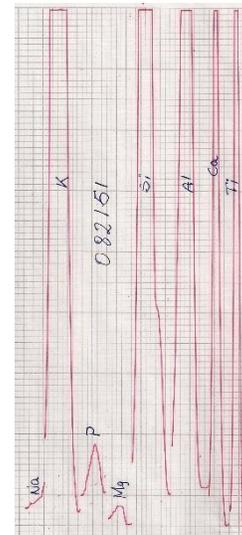
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

#### b) MINORITARIOS

- Zr, Sr, P Rb, Mg, Zn Cu.

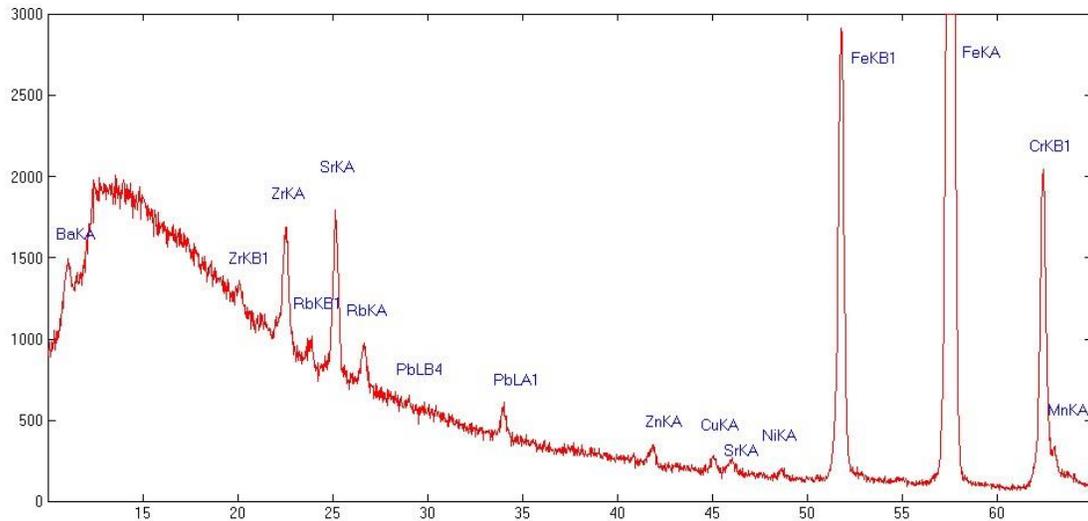
#### c) TRAZAS

- Pb, Ni, Na, Ga.



**NOTA.-** El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 3 TIESTO "082160"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**a) MAYORITARIOS**

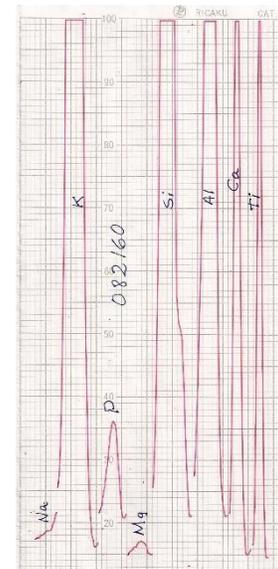
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**b) MINORITARIOS**

- P, Sr, Zr, Mg, Mn, Rb, Pb, Ba, Zn, Cu

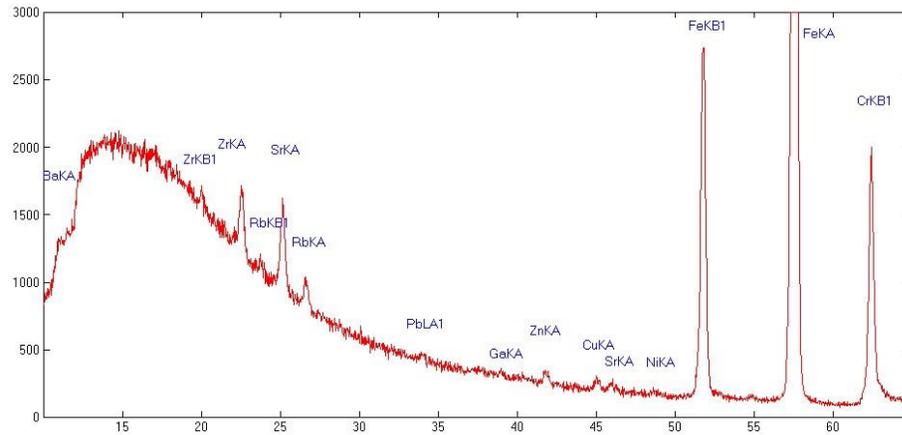
**c) TRAZAS**

- Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 4 TIESTO "082161"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**d) MAYORITARIOS**

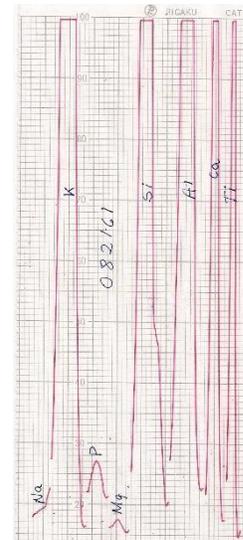
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**e) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, P, Rb, Mg, Zn, Cu.

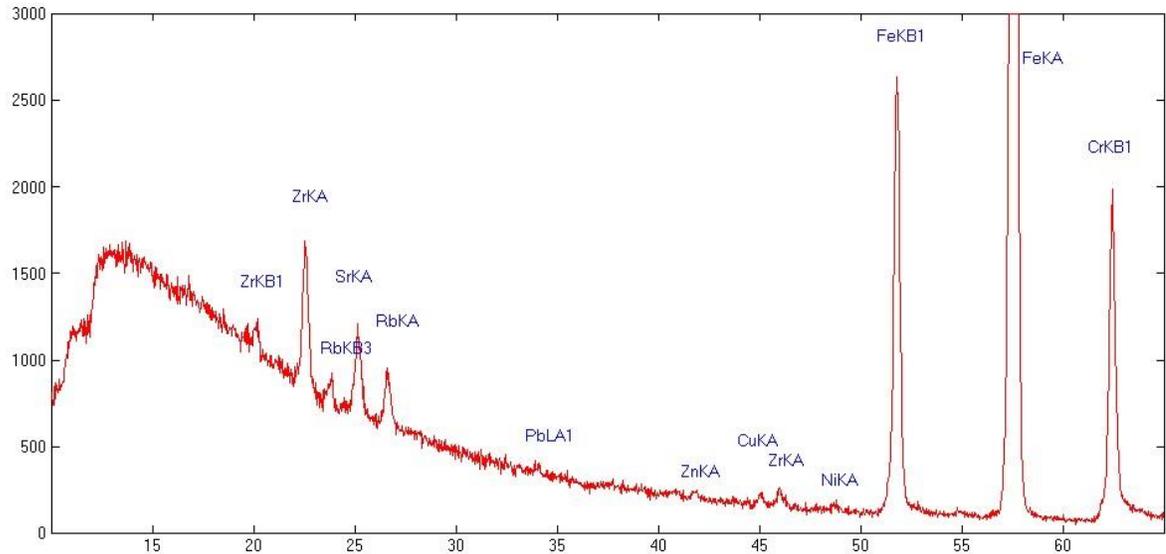
**f) TRAZAS**

- Ni, Ga, Na.



**NOTA.-** El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

**(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
MUESTRA No. 5 TUESTO "082165"**



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**d) MAYORITARIOS**

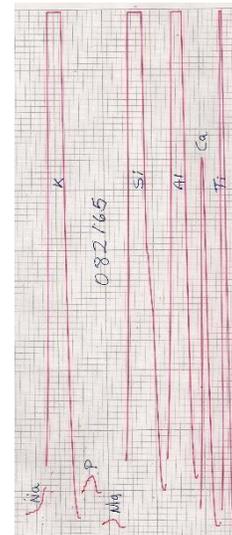
- Si, K, Al, Fe, Ti, Ca.

**e) MINORITARIOS**

- Zr, Sr, Rb, P, Cu, Mg.

**f) TRAZAS**

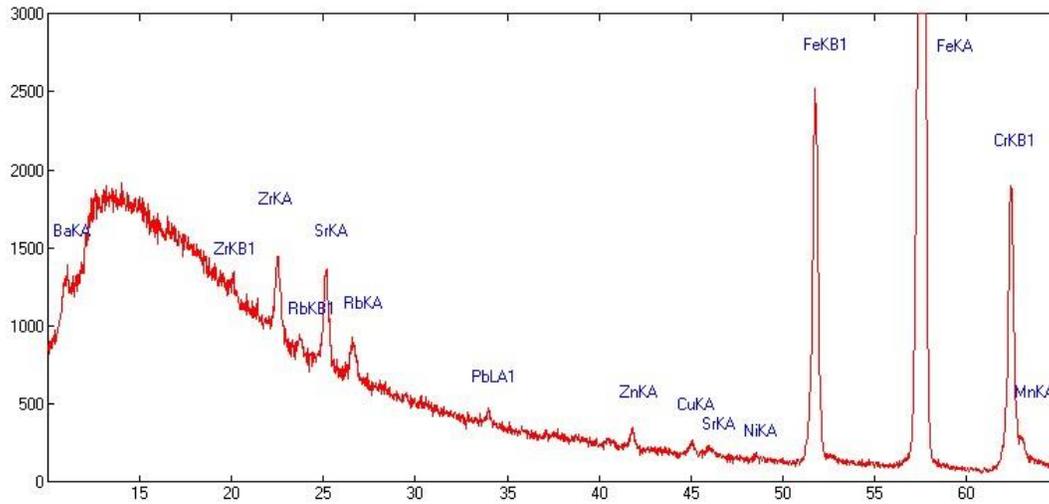
- Pb, Zn, Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

Fuente: Elaboración propia

**(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
MUESTRA No. 6 TIESTO "082169"**



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**d) MAYORITARIOS**

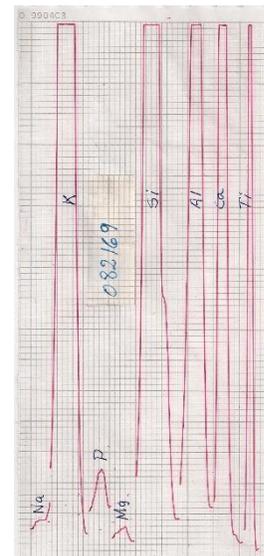
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**e) MINORITARIOS**

- Zr, Sr, P, Rb, Mn, Mg, Zn, Pb, Cu.

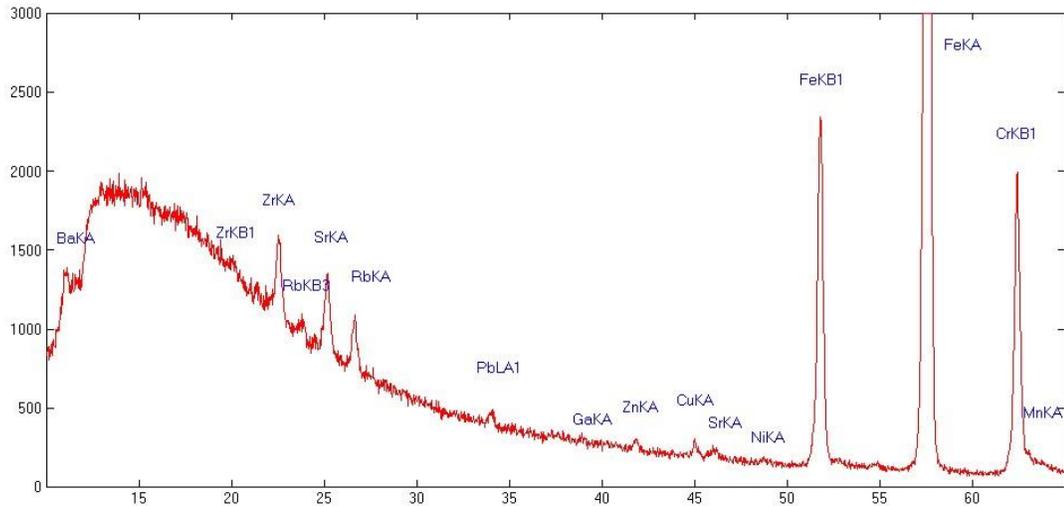
**f) TRAZAS**

- Ba, Na, Ni.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 7 TIESTO "082170"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**g) MAYORITARIOS**

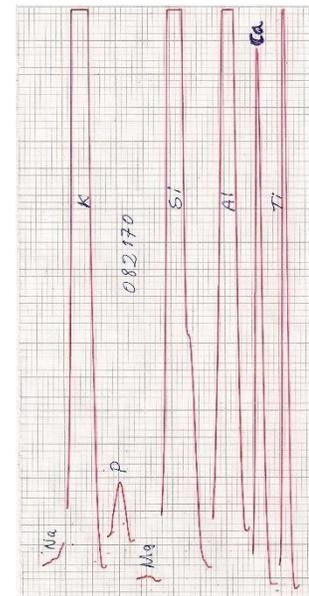
- Si, K, Al, Fe, Ti, Ca

**h) MINORITARIOS**

- P, Zr, Sr, Rb, Ba, Mn, Pb, Zn, Cu, Na.

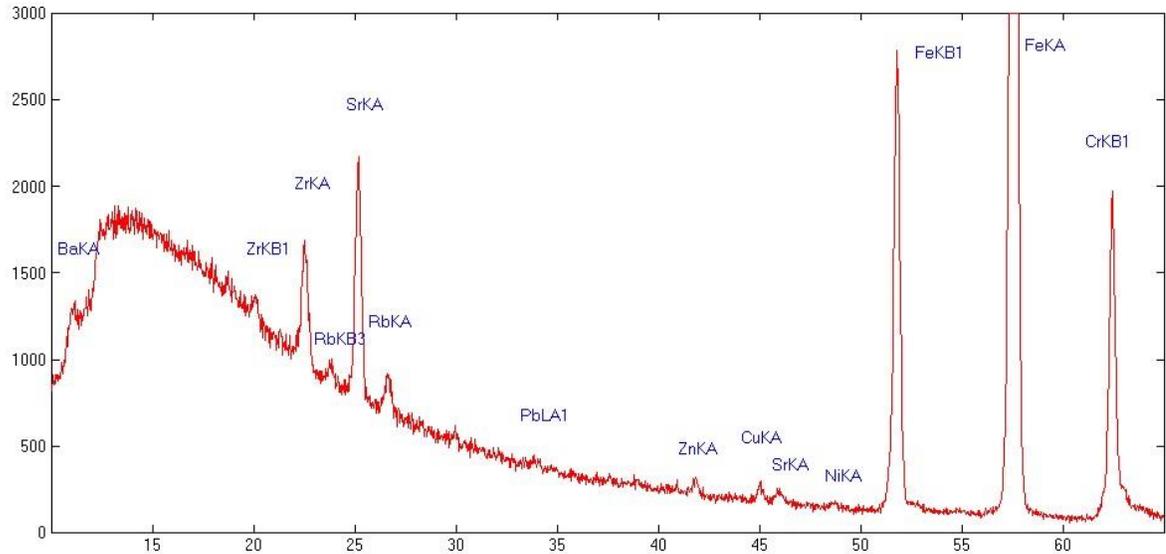
**i) TRAZAS**

- Mg, Ga, Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 8 TUESTO "082171"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**g) MAYORITARIOS**

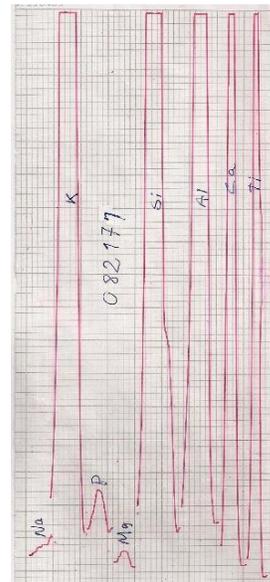
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**h) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, P, Rb, Mg, Ba, Cu, Zn, Na, Cu, Zn, Na.

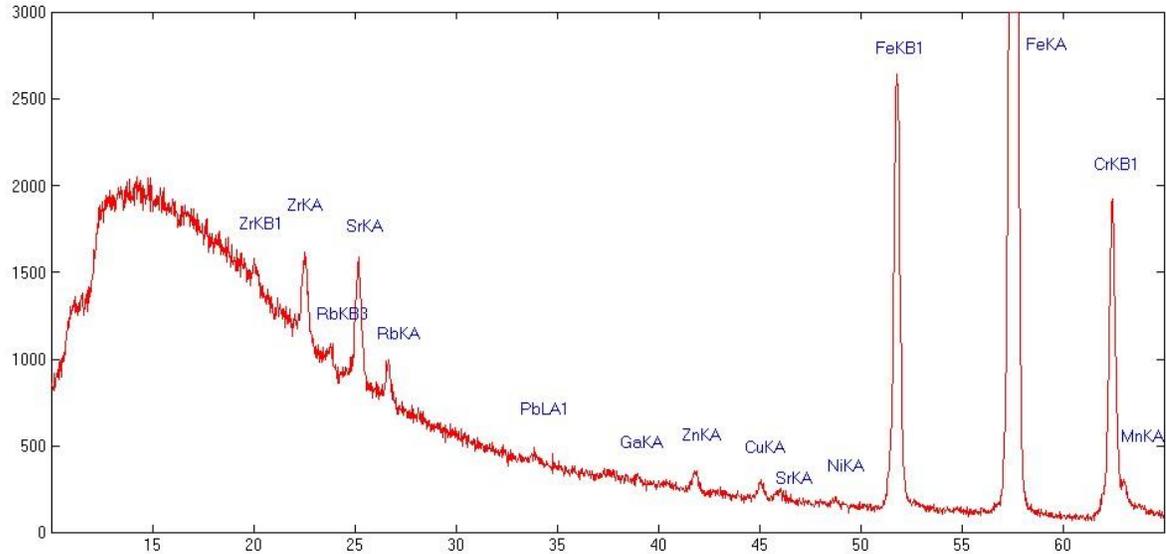
**i) TRAZAS**

- Pb, Ni.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 9 TUESTO "082175"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**g) MAYORITARIOS**

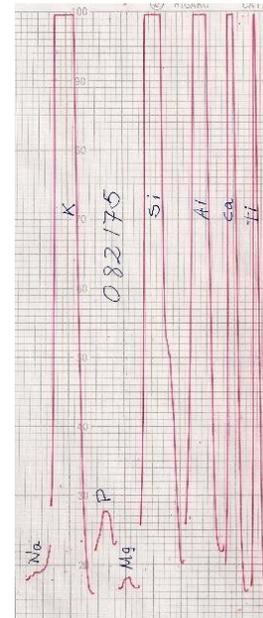
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**h) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, P, Rb, Mg, Zn, Cu.

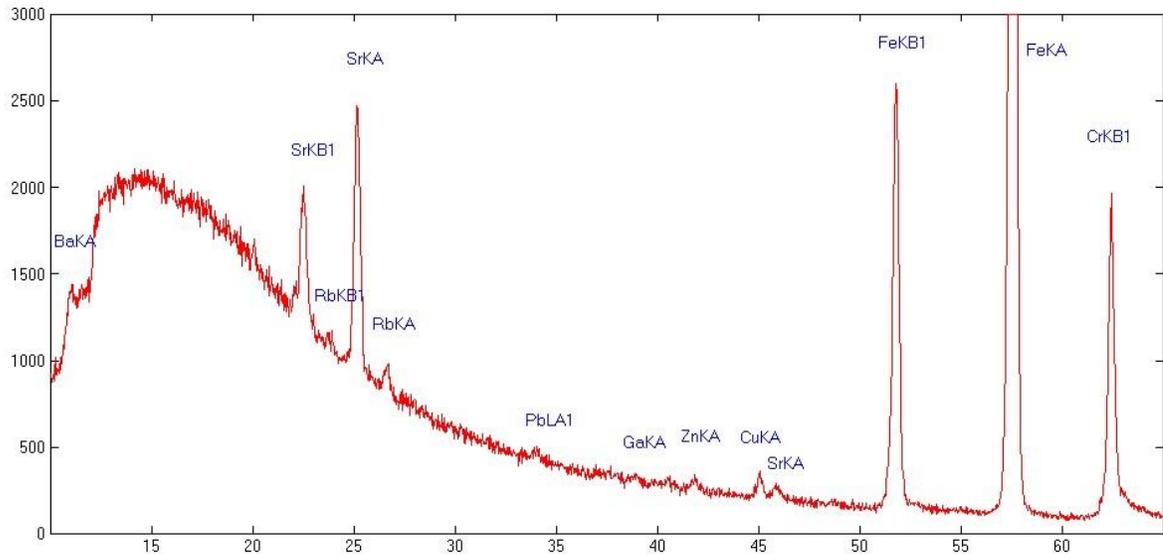
**i) TRAZAS**

- Pb, Ni Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 10 TUESTO "082178"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**j) MAYORITARIOS**

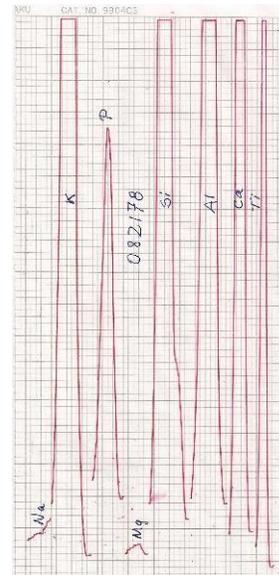
- Si, K, Al, Ca, Fe, Ti, P.

**k) MINORITARIOS**

- Sr, Mg, Na, Cu, Zn.

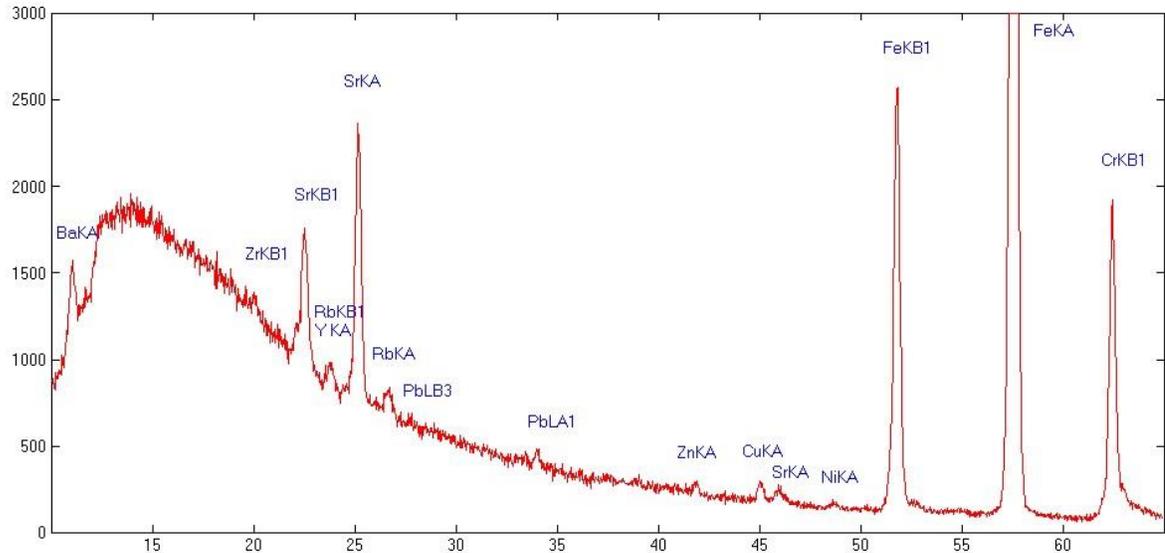
**l) TRAZAS**

- Ba, Pb.



**NOTA.-** El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 11 TIESTO "082184"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**j) MAYORITARIOS**

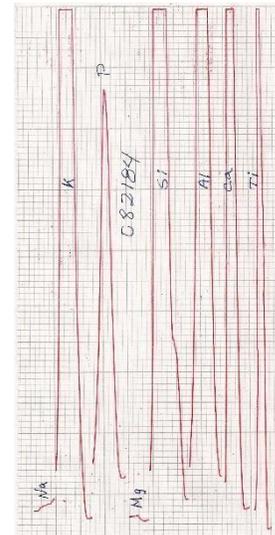
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti, P.

**k) MINORITARIOS**

- Sr, Ba, Rb, Cu, Pb, Zn, Na.

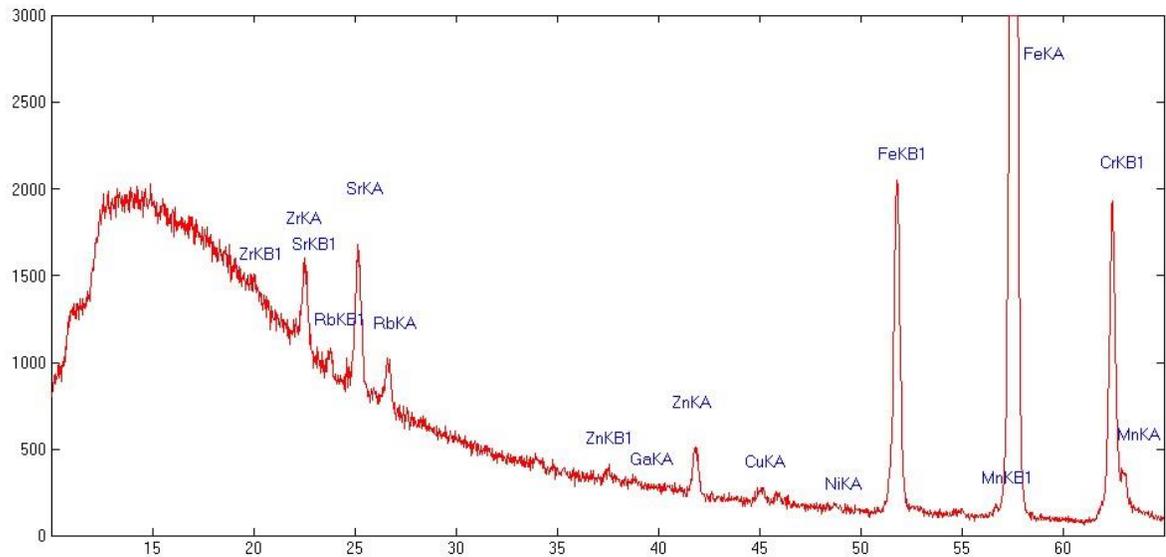
**l) TRAZAS**

- Y, Ni, , Mg.



**NOTA.-** El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 12 TIESTO "082185"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**j) MAYORITARIOS**

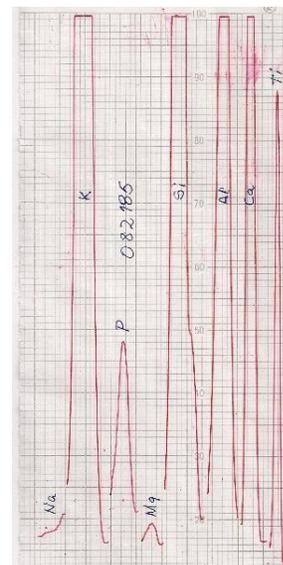
- Si, K, Fe, Al, Ca Ti, P.

**k) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, Rb, Zn, Mg.

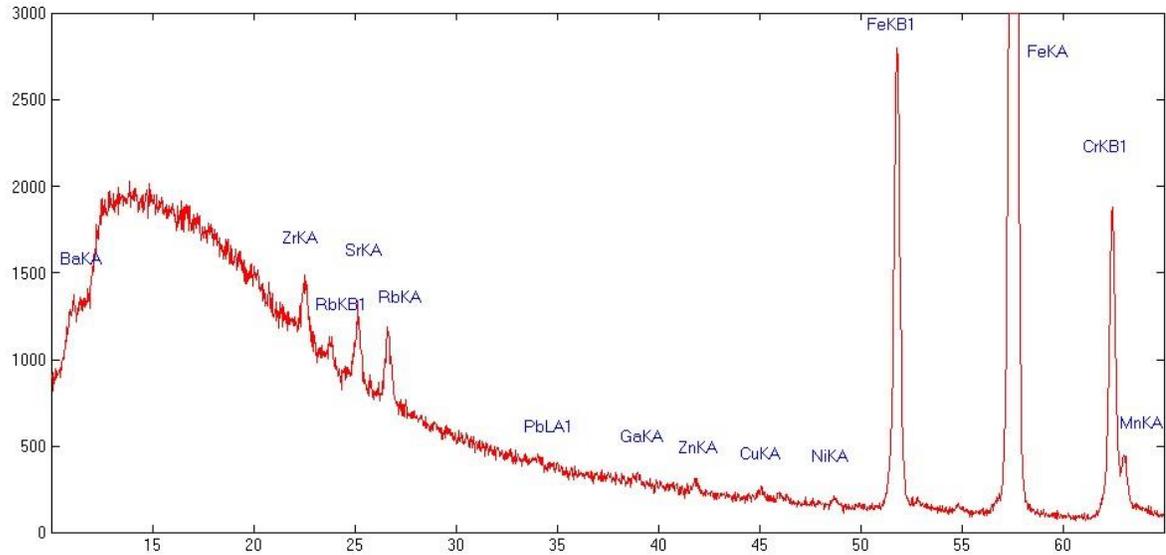
**l) TRAZAS**

- Cu, Ga, Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 13 TIESTO "082191"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**m) MAYORITARIOS**

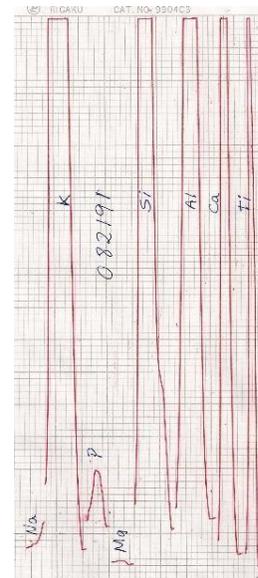
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**n) MINORITARIOS**

- P, Rb, Zr, Sr, Mn, Zn.

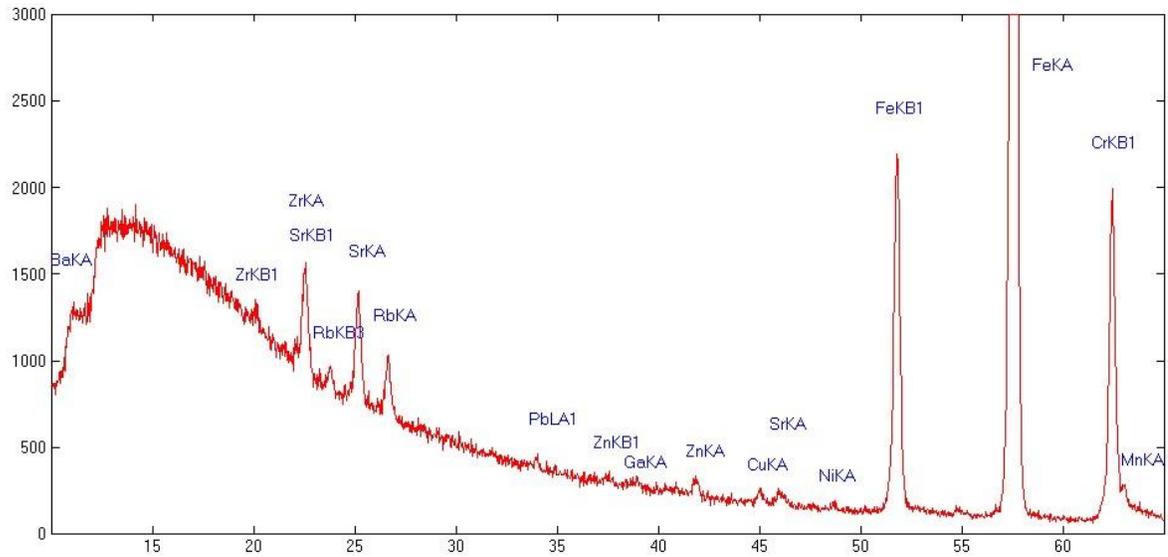
**o) TRAZAS**

- Mg, Ga, Cu, Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 14 TIESTO "082204"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**m) MAYORITARIOS**

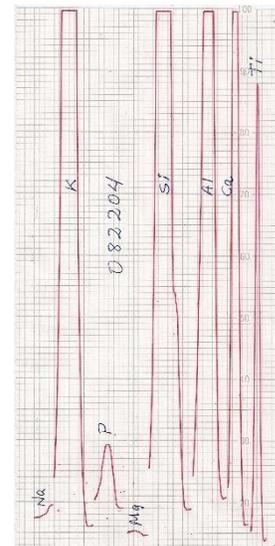
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**n) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, P, Rb, Mn, Zn, Cu.

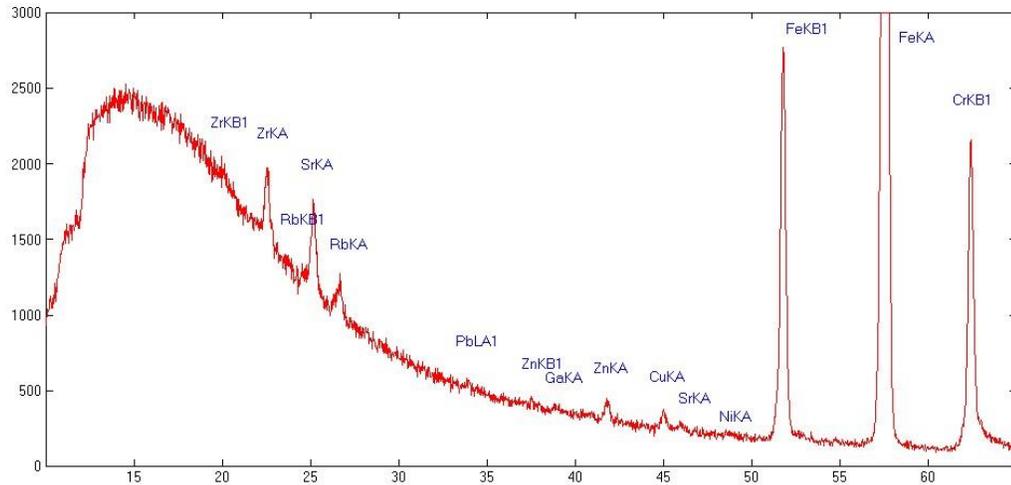
**o) TRAZAS**

- Mg, Pb, Co, Ni, Na.



**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

(FLUORESCENCIA DE RAYOS X)  
 MUESTRA No. 15 TIESTO "08211"



**ELEMENTOS IDENTIFICADOS.**

**m) MAYORITARIOS**

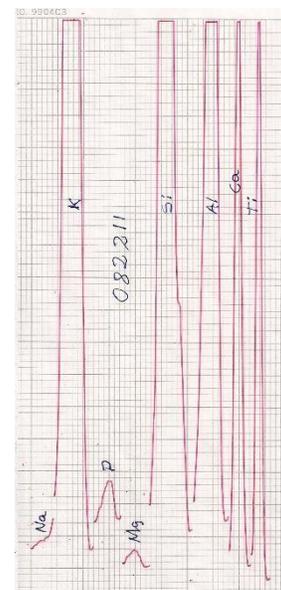
- Si, K, Al, Fe, Ca, Ti.

**n) MINORITARIOS**

- Sr, Zr, P, Mg, Rb, Zn, Cu Rb.

**o) TRAZAS**

- Pb, Ni, Na.



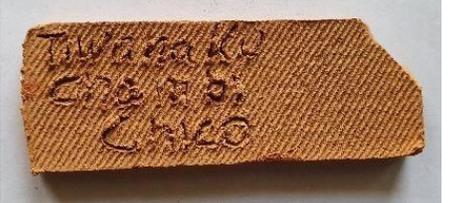
**NOTA.** - El Elemento Cr detectado corresponde al Tubo de Rayos X del Equipo, por esto, no es posible determinar la presencia de este elemento en la muestra.

### ANÁLISIS COMPARATIVOS.

En este acápite se realiza una comparación de las arcillas de la región de Tiwanaku y los tiestos cerámicos arqueológicos del Kalasasaya-Tiwanaku-CIAAAT-2019.

Para realizar la este propósito y con carácter previo se procedió a elaborar placas cerámicas de dimensiones uniformes de 7x3x0.5 cm. utilizando las arcillas de los 5 depósitos que posteriormente fueron quemadas en un horno eléctrico a 950°C. Así mismo, se realizó una comparación con su correspondiente muestra no quemada a fin de verificar el grado de destrucción de algunos componentes del material arcilloso, asumiendo que los tiestos con los se compararán, también fueron calcinados

En estos registros se muestra las interpretaciones de las arcillas calcinadas a 950°C.

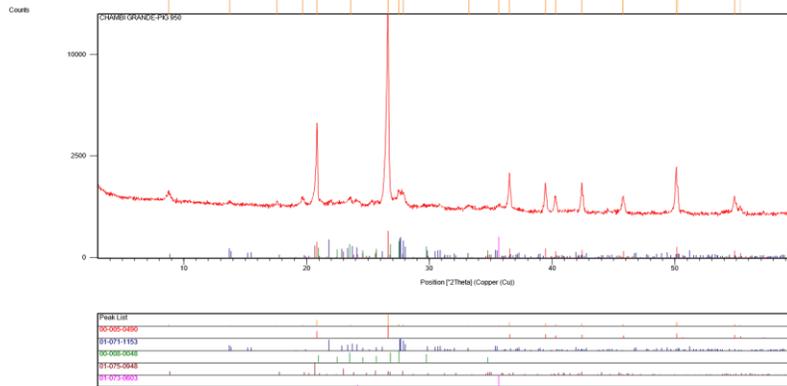
Pastas calcinadas a 950grados	Muestra No.1 Arcilla Amarilla -Chambi Grande	Muestra No.2 Arcilla Roja-Plaza de Reces
 <p>Foto 28. Pastas cerámicas</p>	 <p>Foto 29. Calcinado a 950 grados</p>	 <p>Foto 30. Calcinado a 950 grados</p>
<p>MUESTRA No.3 Arcilla Roja- Khata Urani</p>	<p>MUESTRA No.4 Arcilla Roja - Quenachata</p>	<p>MUESTRA No.5 Arcilla Roja-Plaza de Reces</p>
 <p>Foto 31. Calcinado a 950 grados</p>	 <p>Foto 32. Calcinado a 950 grados</p>	 <p>Foto 33. Calcinado a 950 grados</p>

Fuente: Elaboración propia

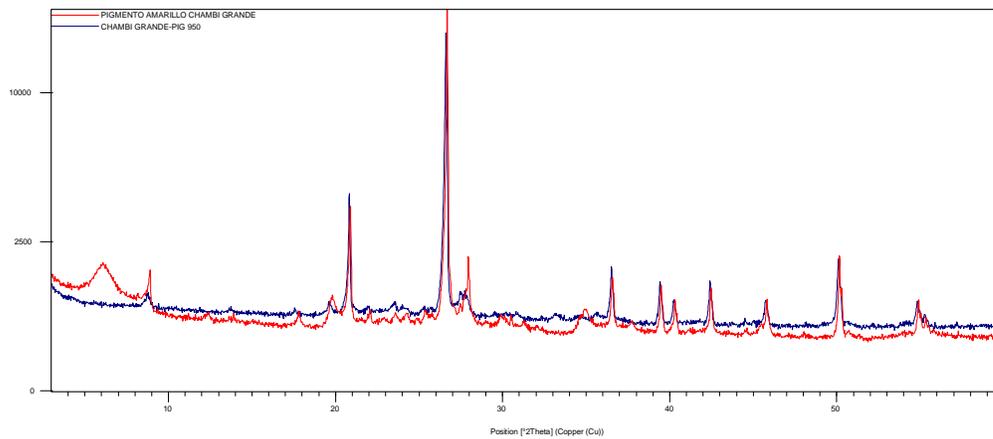
**ANÁLISIS DE LAS ARCILLAS QUEMADAS A 950c.**

**MUESTRA No.1**

**Arcilla Amarilla- Chambi Grande  
 Calcinado a 950c**

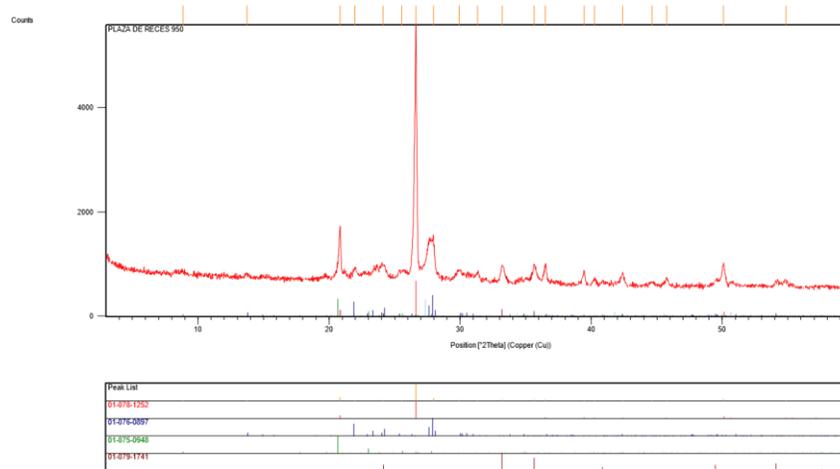


- |   |            |                        |
|---|------------|------------------------|
| 1 | Quartz     | Si O2                  |
| 2 | Albite     | Na ( Al Si3 O8 )       |
| 3 | Orthoclase | K ( Al , Fe ) Si2 O8   |
| 4 | Muscovite  | K Al3 Si3 O10 ( O H )2 |
| 5 | Hematite   | Fe2 O3 (TRAZAS)        |



**COMPARACIÓN MUESTRA NORMAL (ROJO – MUESTRA CALCINADA (AZUL)**

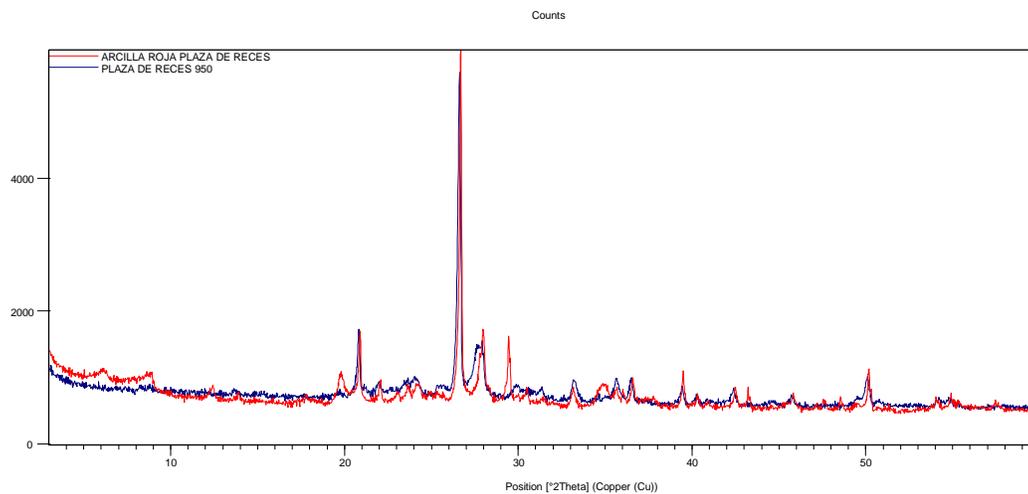
**MUESTRA No.2**  
**Arcilla Roja- Plaza de Reces**  
**Calcinado a 950c**



1	Quartz	Si O <sub>2</sub>	52%
2	Albite	Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	36%
3	Muscovite	K Al <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub>	8%
4	Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4%

(NOTA. Los porcentajes indicados son referenciales)

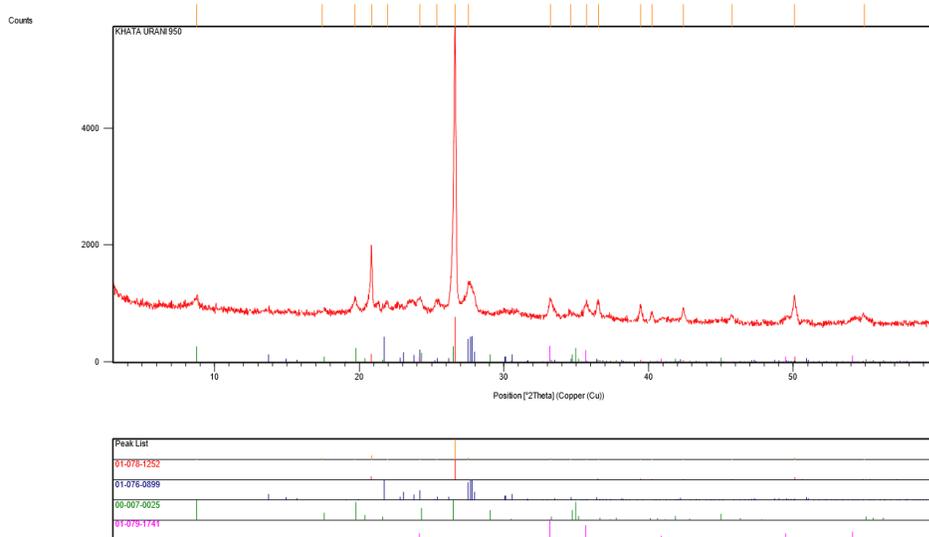
**COMPARACIÓN MUESTRA NORMAL (ROJO) – MUESTRA CALCINADA (AZUL)**



Fuente: Elaboración propia

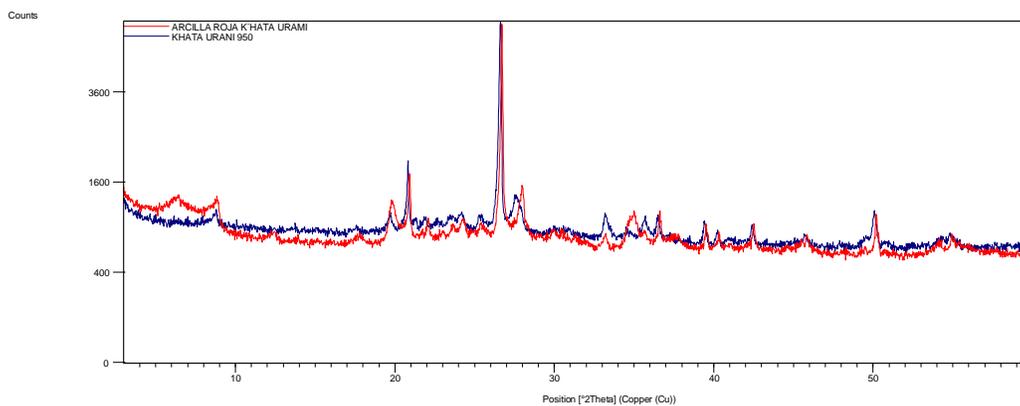
MUESTRA No. 3

Arcilla Roja – Katha Urani  
Calcinado a 950c



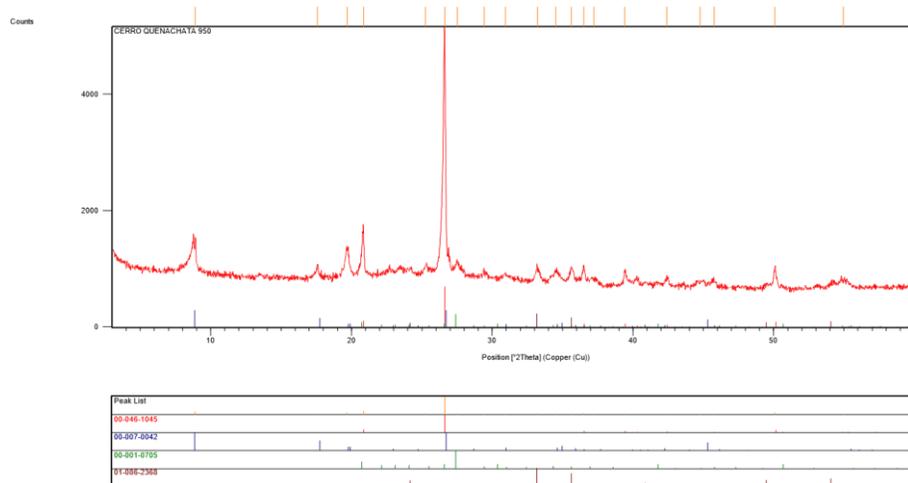
- |   |           |   |
|---|-----------|---|
| 1 | Quartz    | Si O <sub>2</sub>   |
| 2 | Albite    | Na ( Al Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )                                  |
| 3 | Muscovite | K Al <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> Al O <sub>10</sub> ( O H ) <sub>2</sub> |
| 4 | Hematite  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  |

COMPARACIÓN MUESTRA NORMAL (ROJO) – MUESTRA CALCINADA (AZUL)



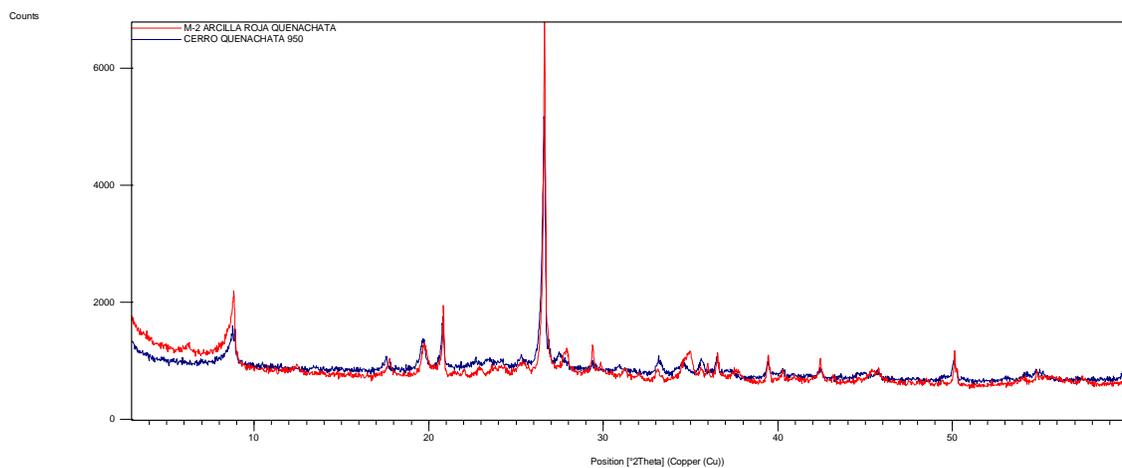
## MUESTRA No. 4

Arcilla Roja – QUENACHATA  
Calcinado a 950c



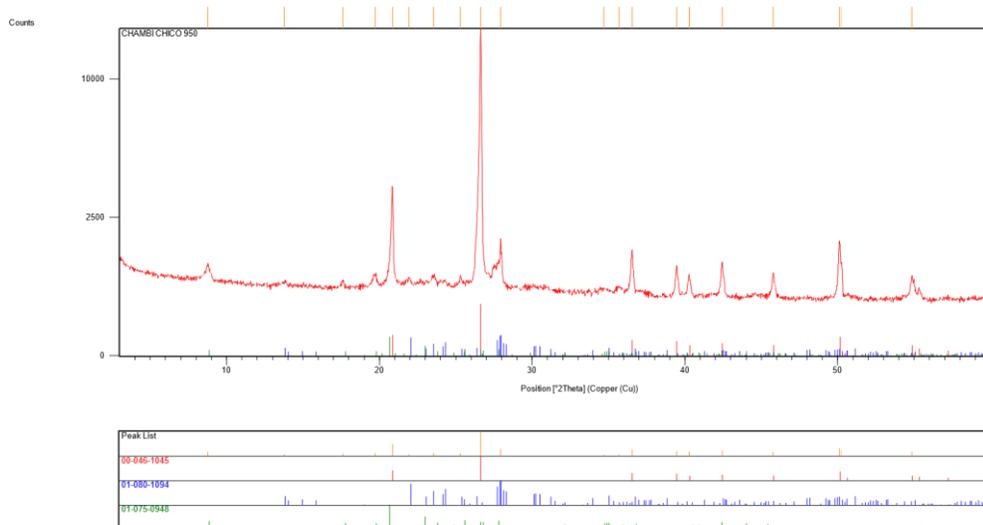
- 1 Quartz  $\text{Si O}_2$
- 2 Muscovite  $\text{K Al}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{10} (\text{O H})_2$
- 3 Microcline  $\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$
- 4 Hematite  $\text{Fe}_2 \text{O}_3$

## COMPARACION MUESTRA NORMAL (rojo) – MUESTRA CALCINADA (azul)



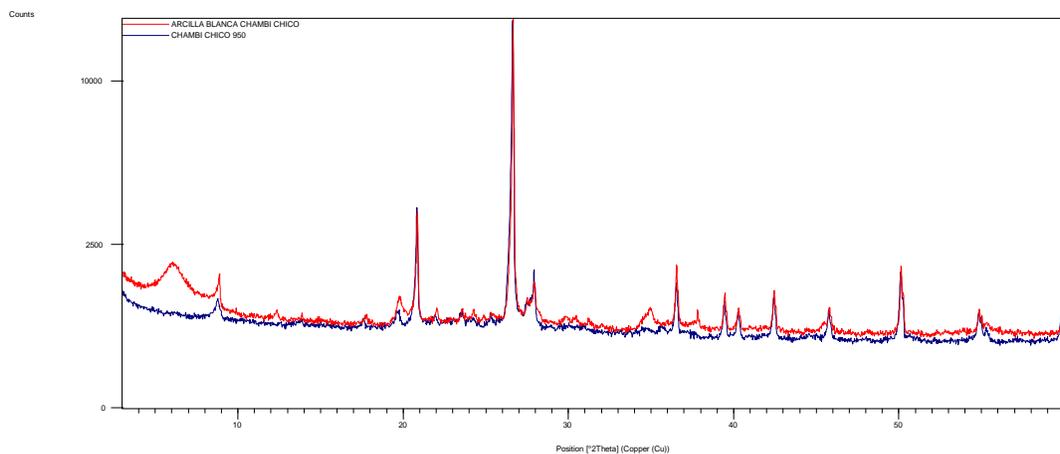
## MUESTRA No. 5

Arcilla Roja – Chambi Chico  
Calcinado a 950c



- 1 Quartz Si O<sub>2</sub>
- 2 Albite Na (Al Si<sub>3</sub> O<sub>8</sub>)
- 3 Muscovite K Al<sub>3</sub> Si<sub>3</sub> O<sub>10</sub> (O H)<sub>2</sub>

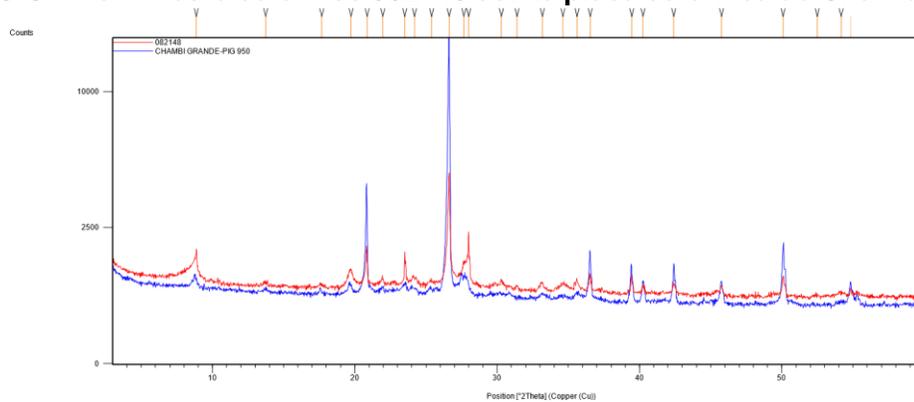
## COMPARACIÓN MUESTRA NORMAL (rojo) – MUESTRA CALCINADA (azul)



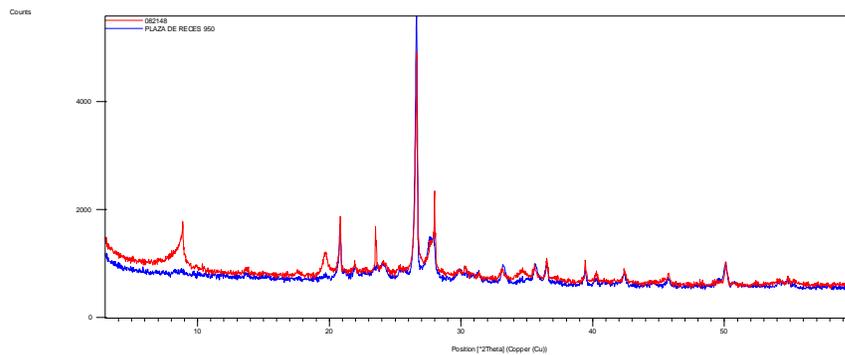
Fuente: Elaboración propia

## COMPARACIÓN DE LAS 5 ARCILLAS DE LA REGIÓN ARQUEOLÓGICA DE TIWANAKU, QUEMADAS A 950c Y LOS TIESTOS CERÁMICOS ARQUEOLÓGICOS

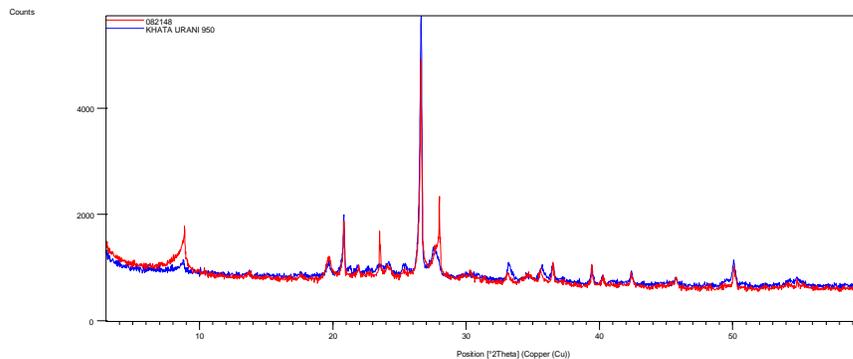
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082148 con la placa cerámica de Chambi Grande



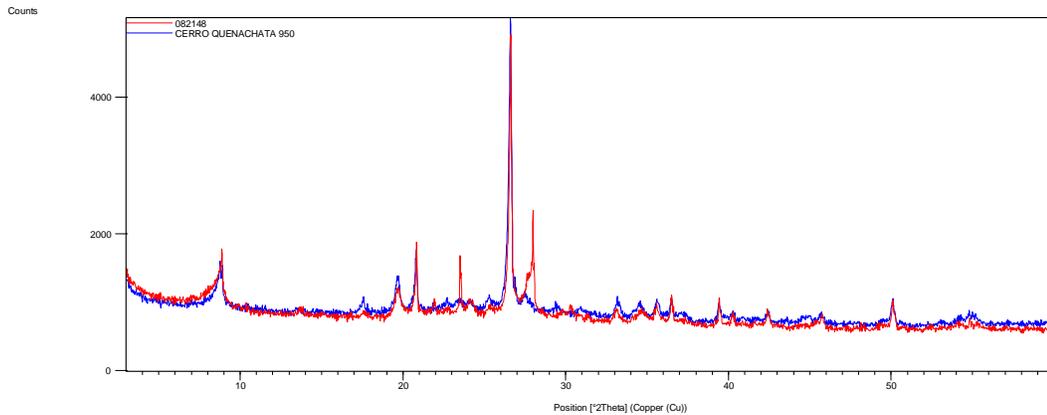
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082148 con la placa cerámica de Plaza de Reces



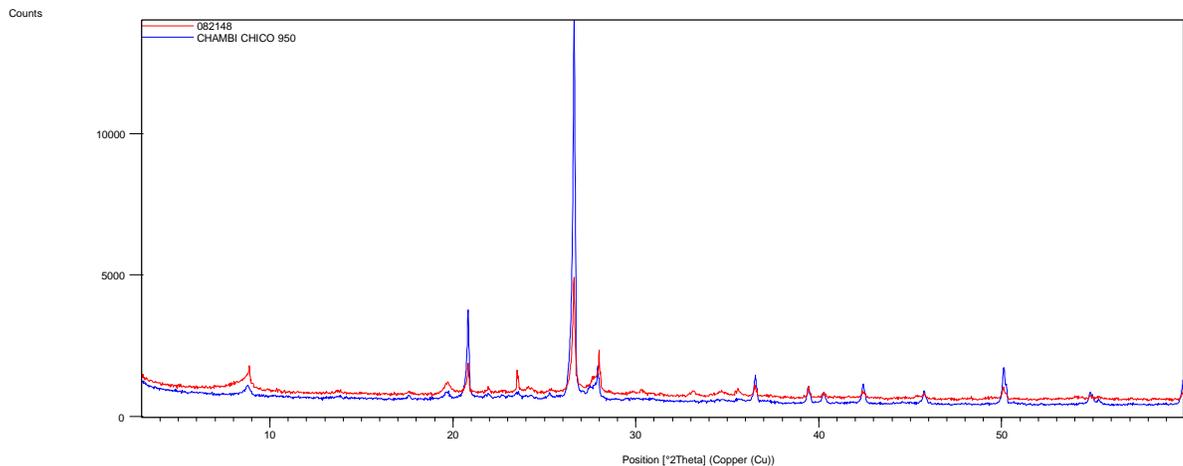
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082148 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No. 4 Tiesto cerámico 082148 con la placa cerámica de QUENACHATA



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082148 con la placa cerámica de CHAMBI CHICO

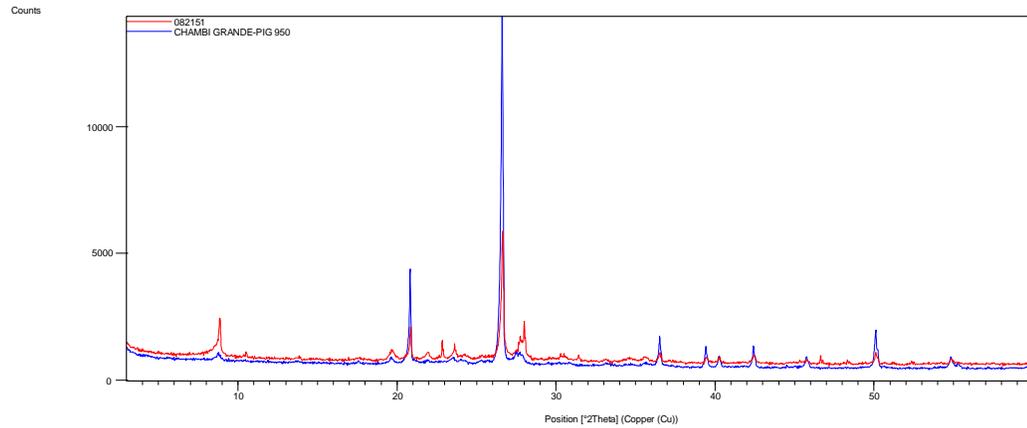


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082148 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

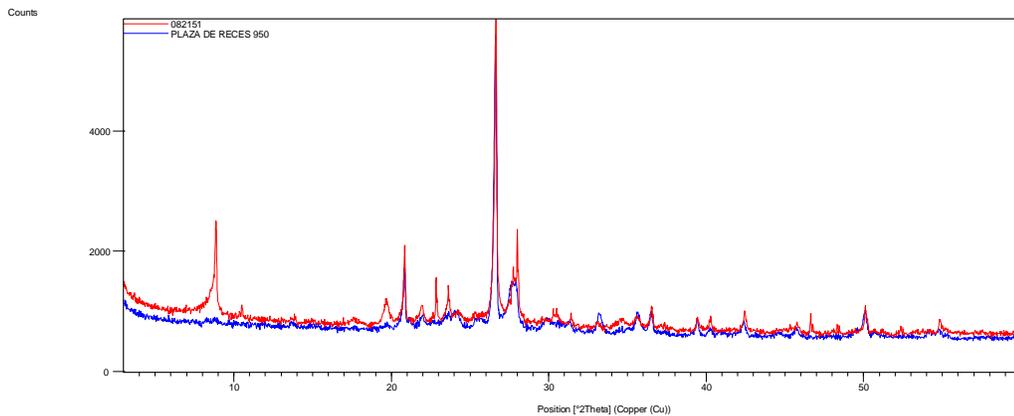
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082151- 5 MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

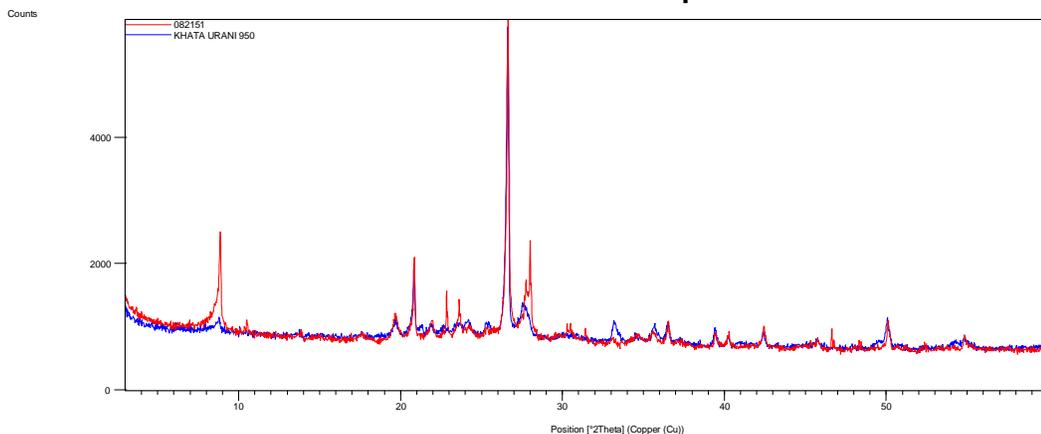
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082151 con la placa cerámica de Chambi Grande



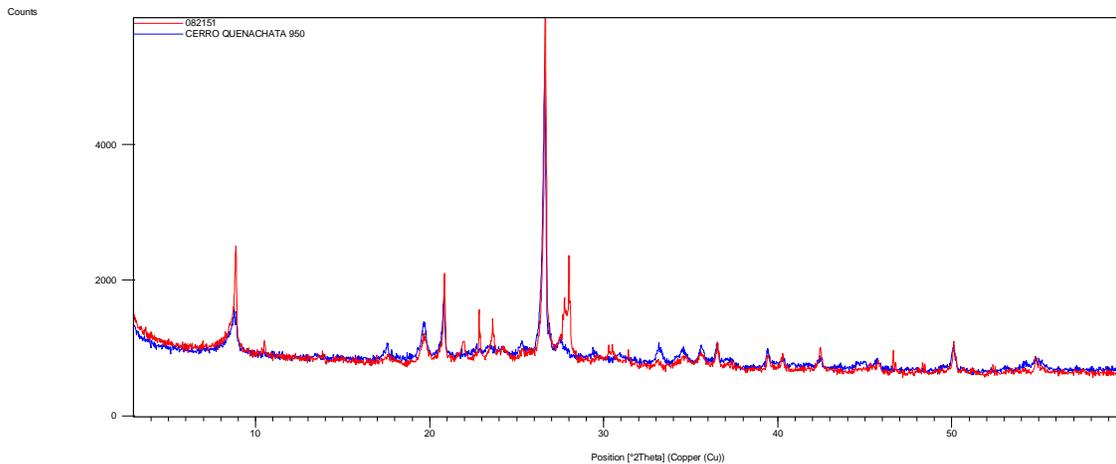
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082151 con la placa cerámica de Plaza de Reces



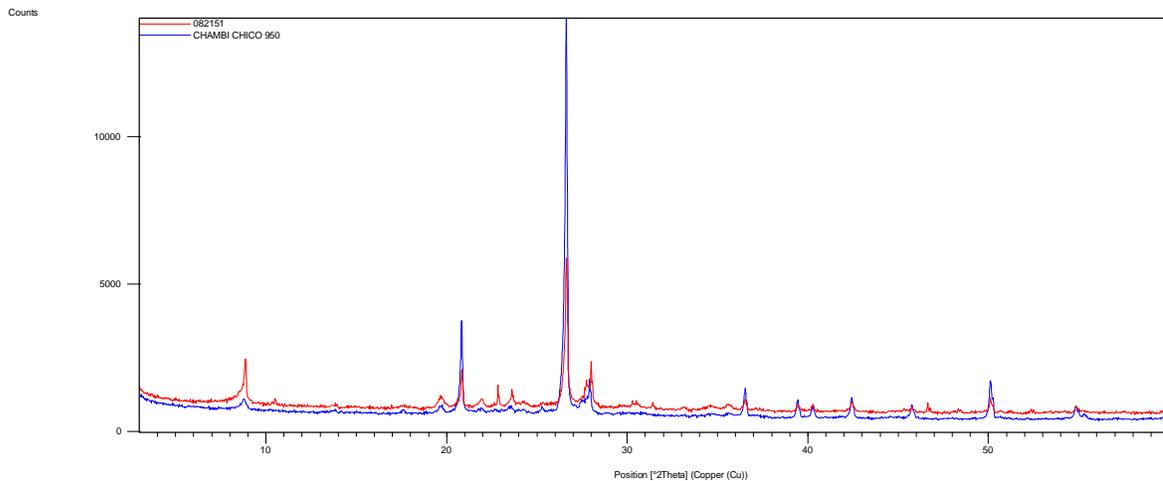
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082151 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082151 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082151 con la placa cerámica de Chambi Chico

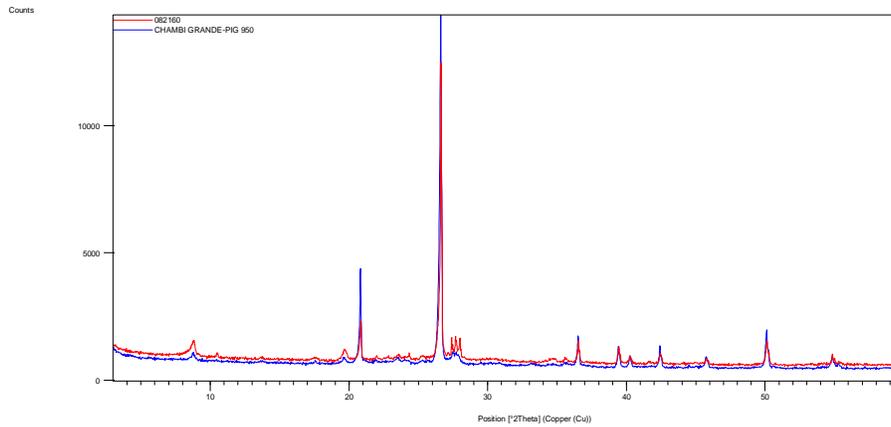


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082151 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

**Fuente:** Elaboración propia

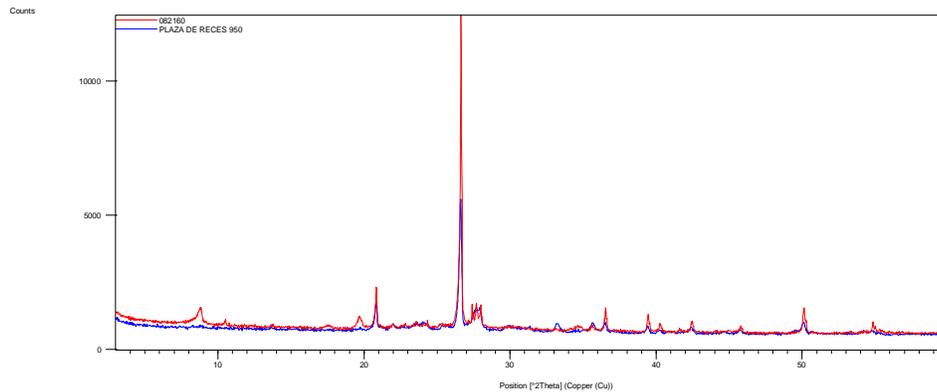
## TIESTO CERÁMICO 082160- 5 MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082160 -Chambi Grande

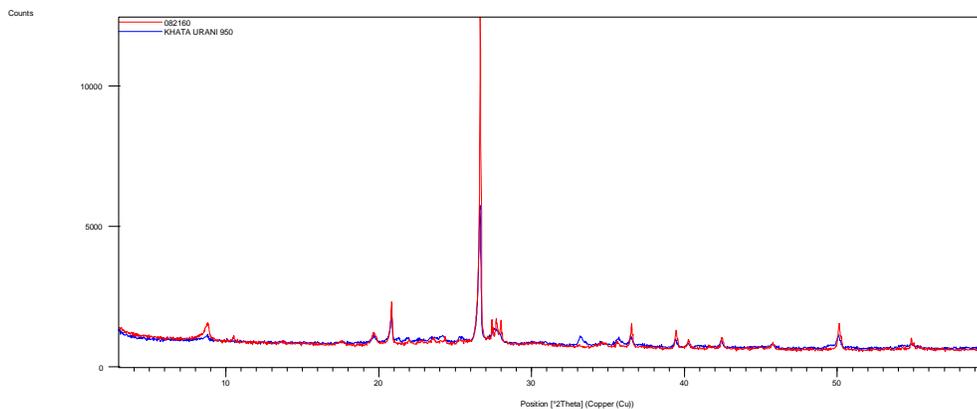


APROXIMACION MEDIANA

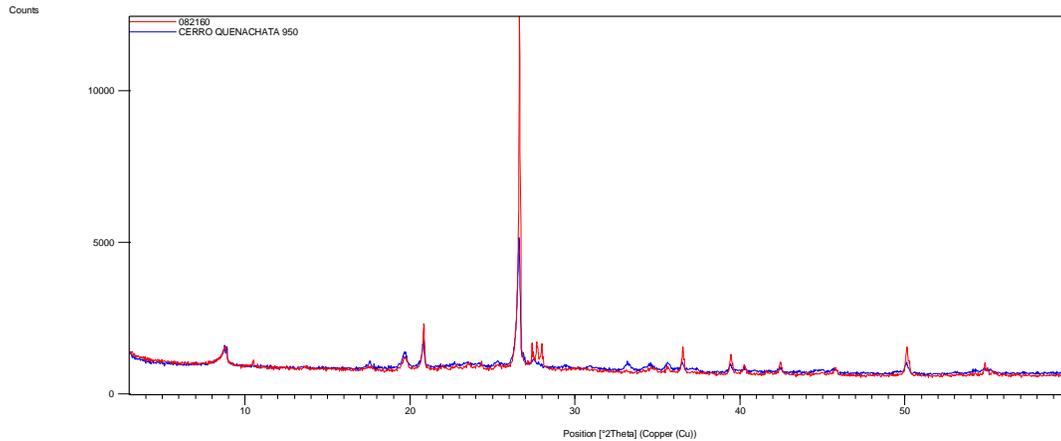
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082160 con la placa cerámica de Plaza de Reces



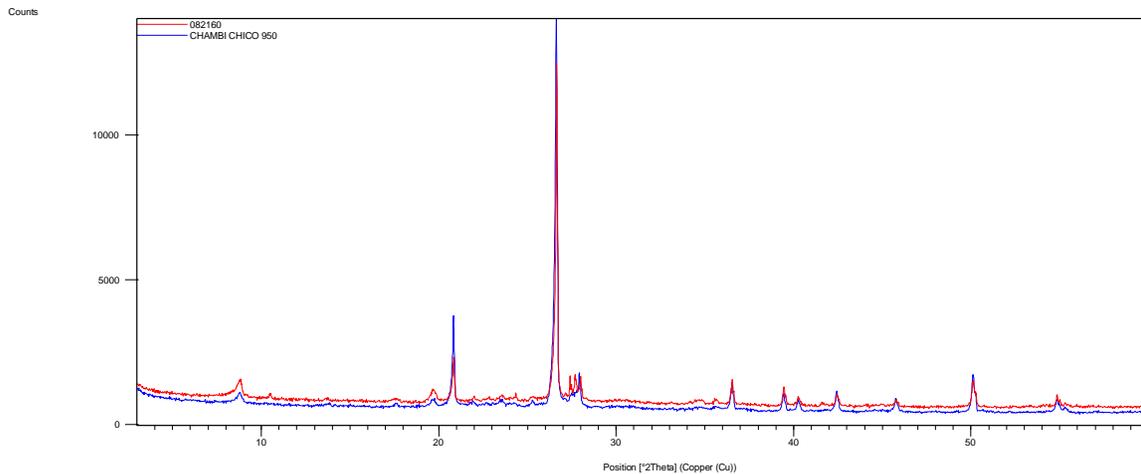
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082160 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082160 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082160 con la placa cerámica de Chambi Chico



BUENA APROXIMACIÓN

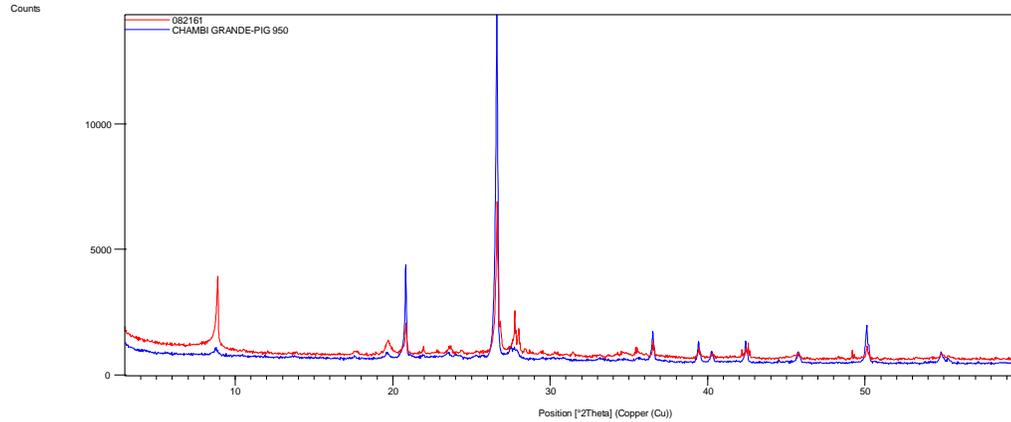
**Conclusión:** El tiesto cerámico No. 082160 en la comparación realizada con la arcilla del depósito Chambi Grande, muestra una relación mediana aproximada.

El tiesto cerámico 082160 en la comparación realizada con la placa cerámica de la arcilla del depósito Chambi Chico calcinadas a 950c, nos muestra una buena aproximación por las características similares.

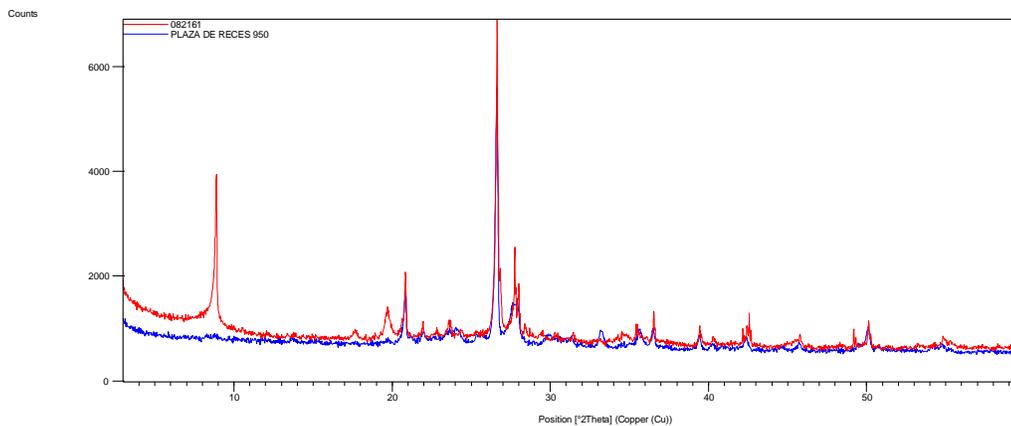
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 08216 5 MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

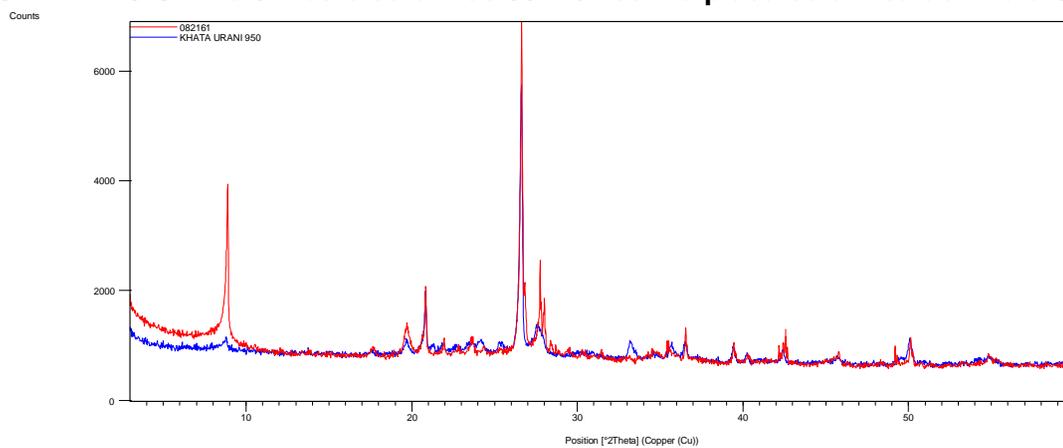
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082161 con la placa cerámica de Chambi Grande



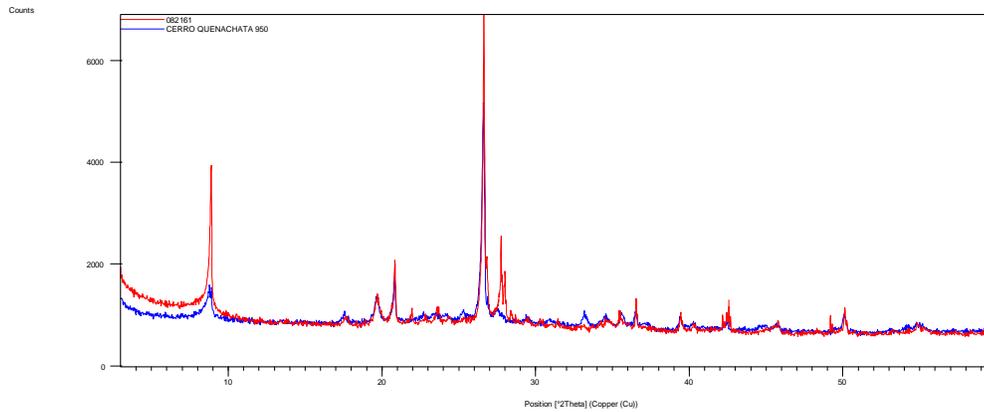
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082161 con la placa cerámica de Plaza de Reces



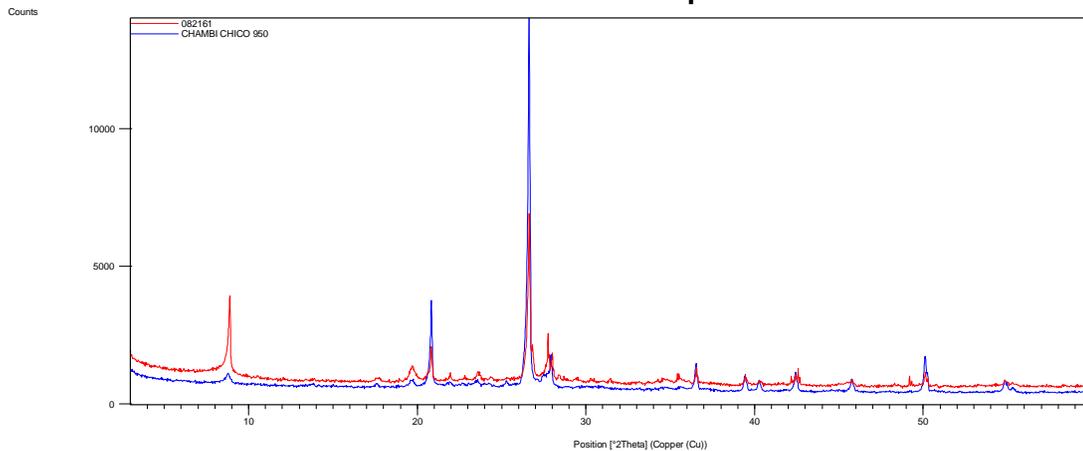
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082161 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082161 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082161 con la placa cerámica de Chambi Chico

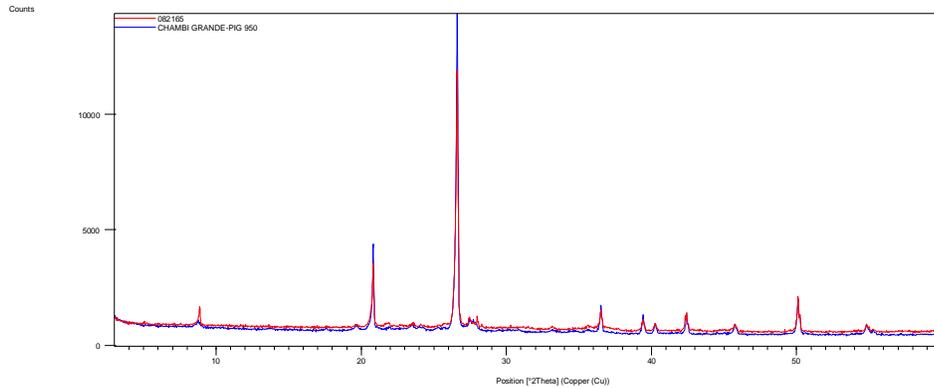


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082151 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

**Fuente:** Elaboración propia

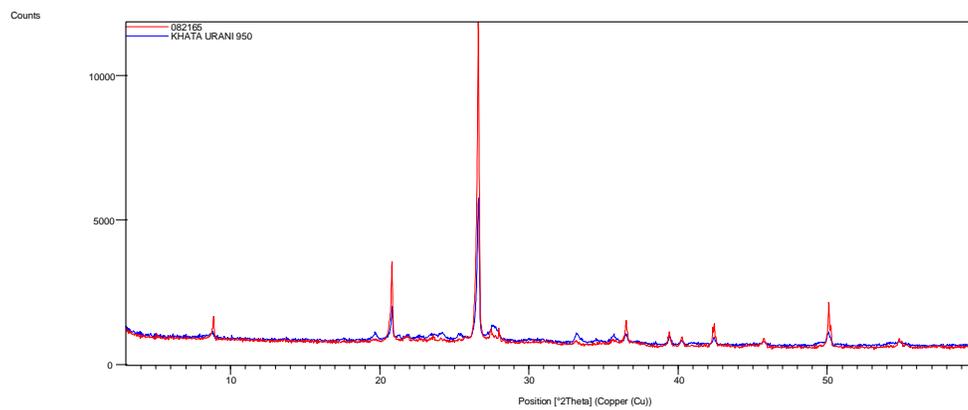
## TIESTO CERÁMICO 082165 MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

### COMPARACIÓN No.1. Tiesto cerámico 082165 con la placa cerámica de Chambi Grande

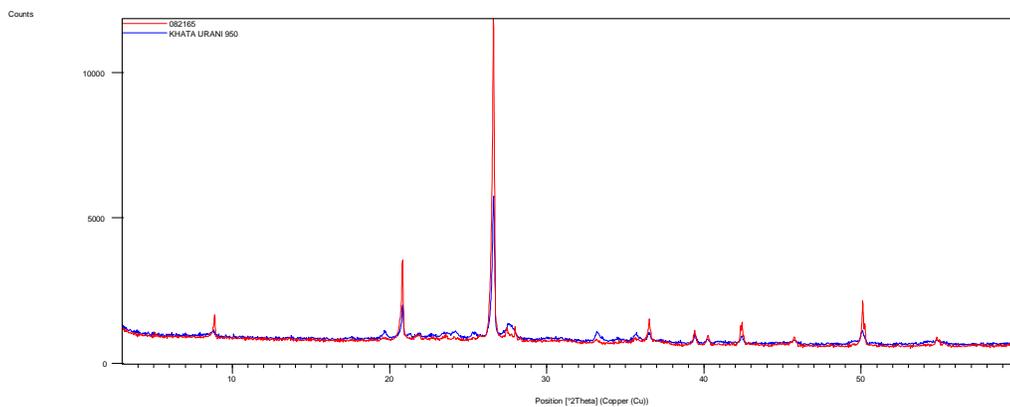


PARECIDO MEDIO (Aproximado)

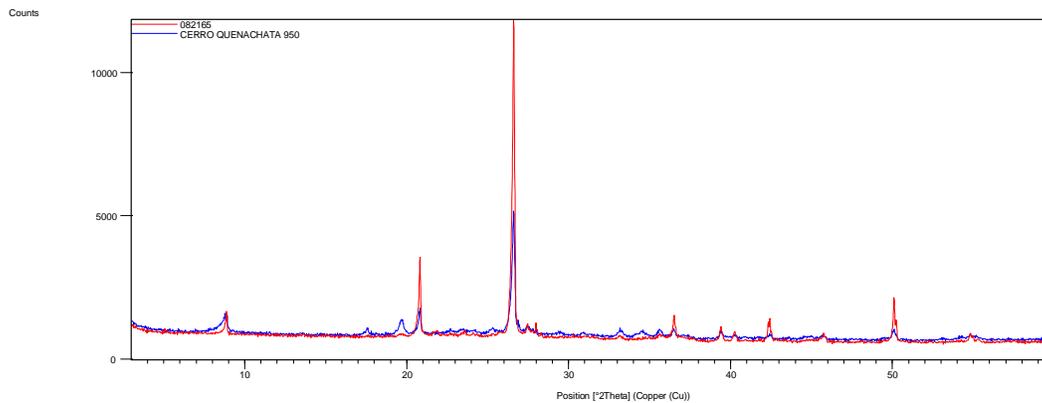
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082165 con la placa cerámica de Plaza de Reces



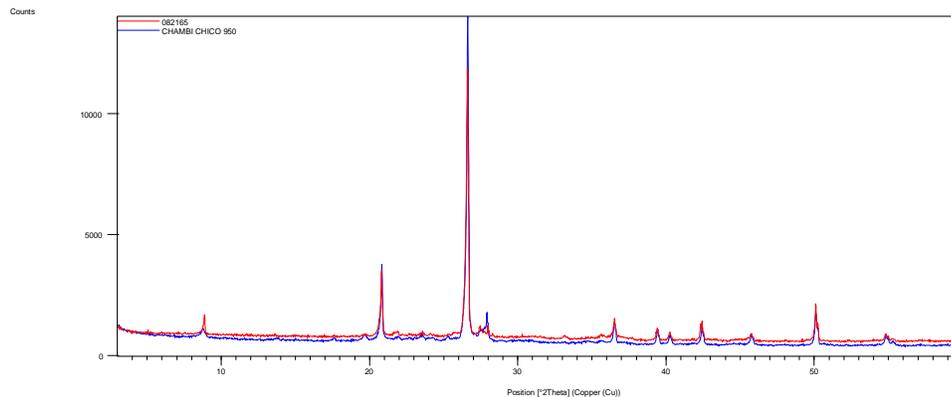
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082165 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082165 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082165 con la placa cerámica de Chambi Chico



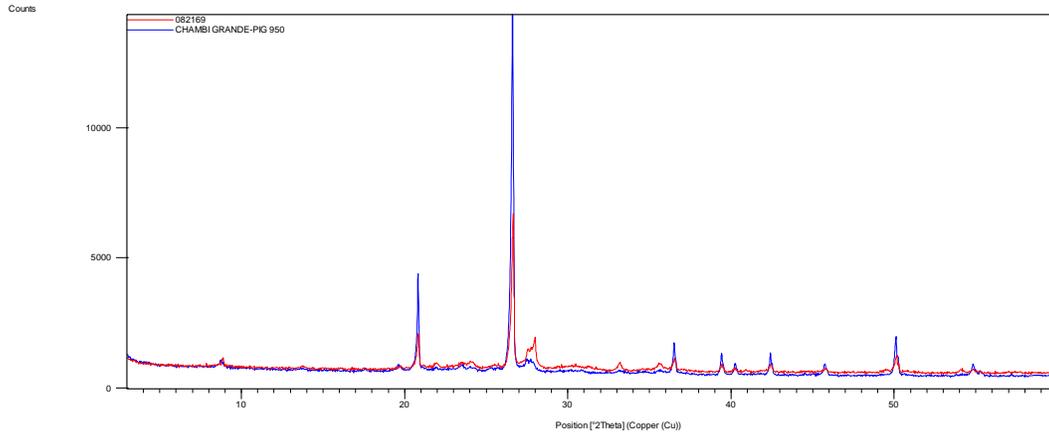
Conclusión: El tiesto cerámico No. 082165 en la comparación realizada con la arcilla del depósito Chambi Chico, muestra una relación mediana aproximada.

El tiesto cerámico 082161 en la comparación realizada con la placa cerámica de la arcilla del depósito Chambi Chico calcinadas a 950c, nos muestra una buena aproximación por las características similares.

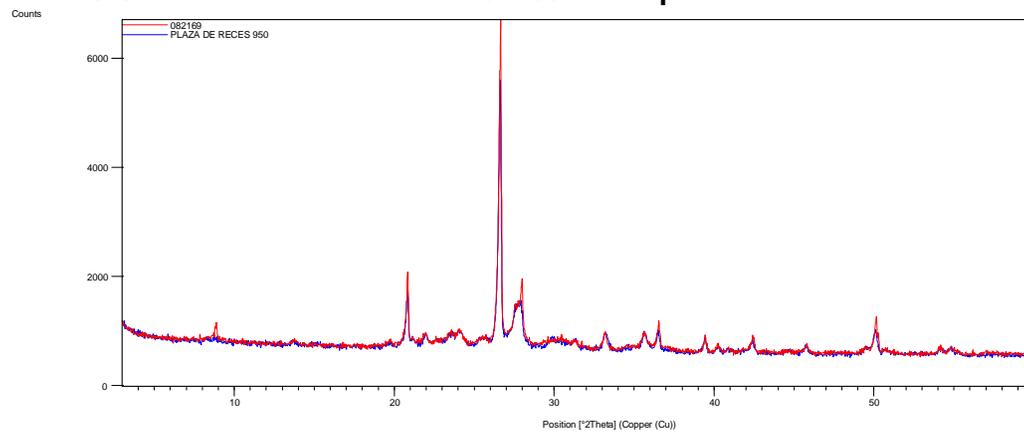
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082169 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

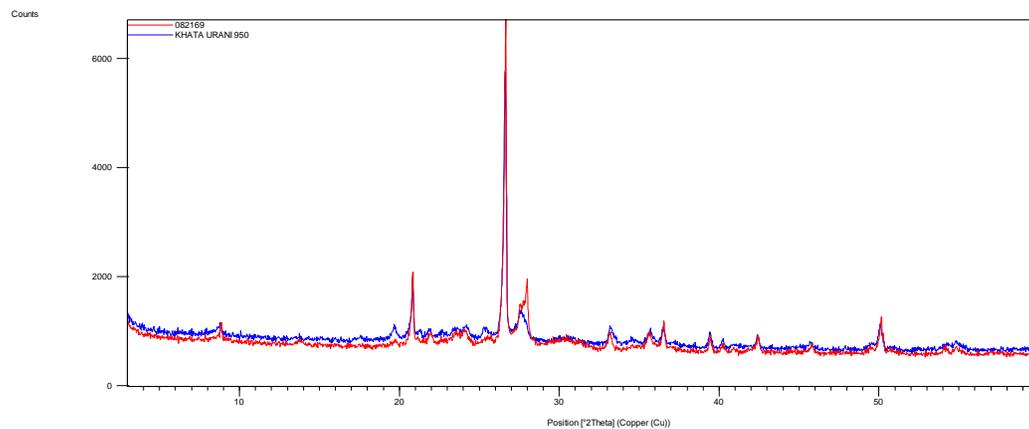
### COMPARACIÓN No. 1 Tiesto cerámico 082169 con la placa cerámica de Chambi Grande



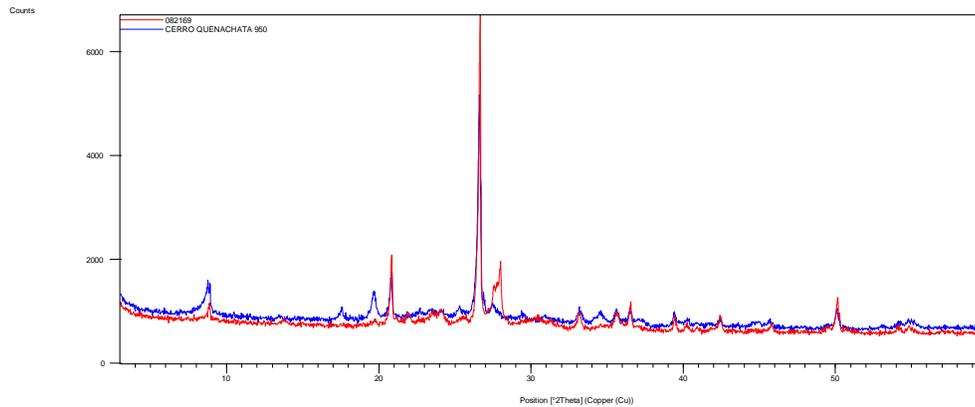
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082169 con la placa cerámica de Plaza de Reces



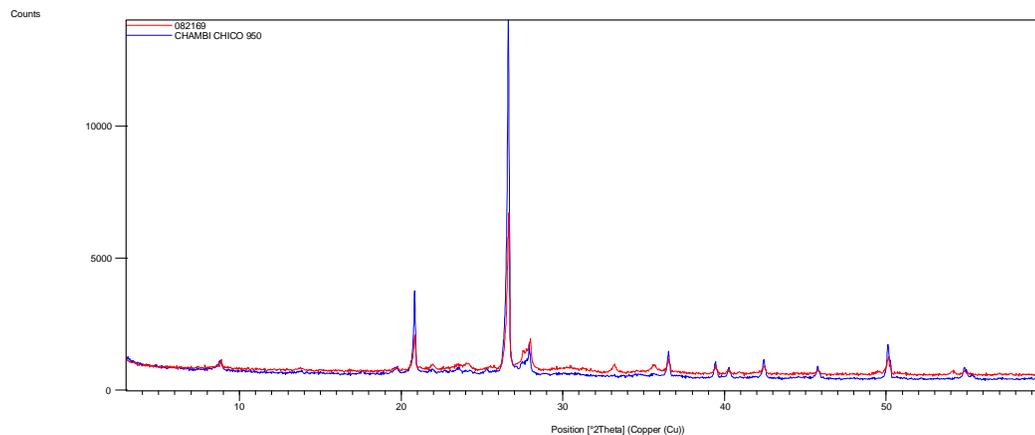
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082169 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082169 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082169 con la placa cerámica de Chambi Chico

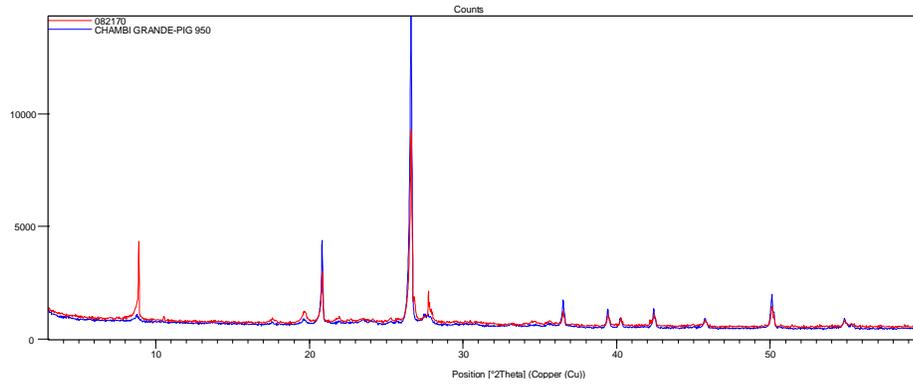


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082169 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

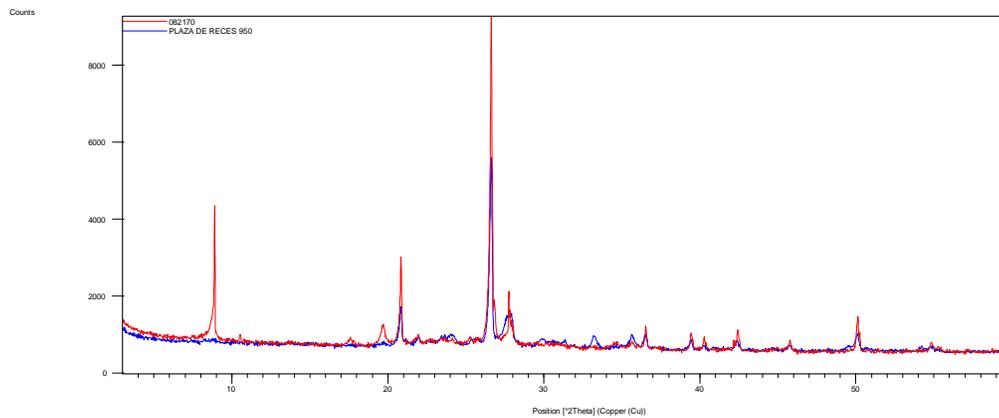
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082170 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

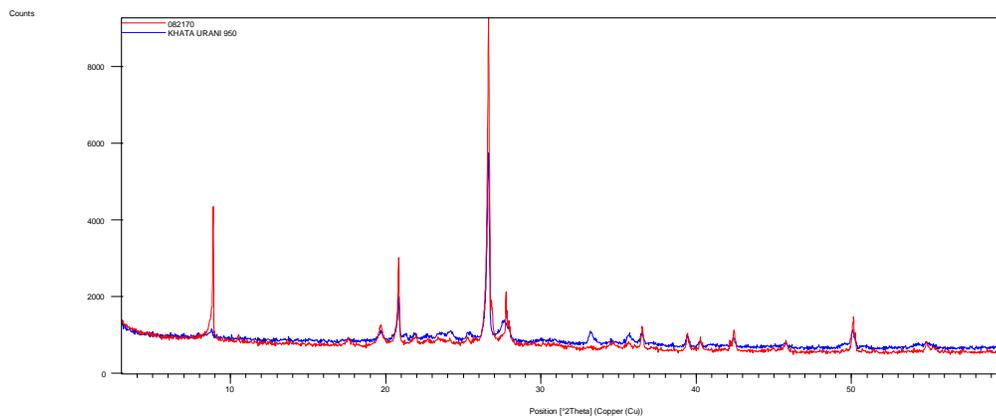
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082170 con la placa cerámica de Chambi Grande



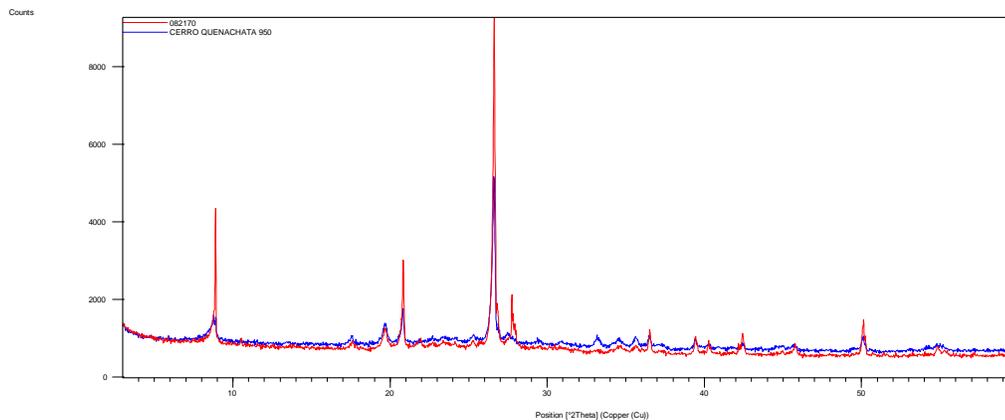
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082170 con la placa cerámica de Plaza de Reces



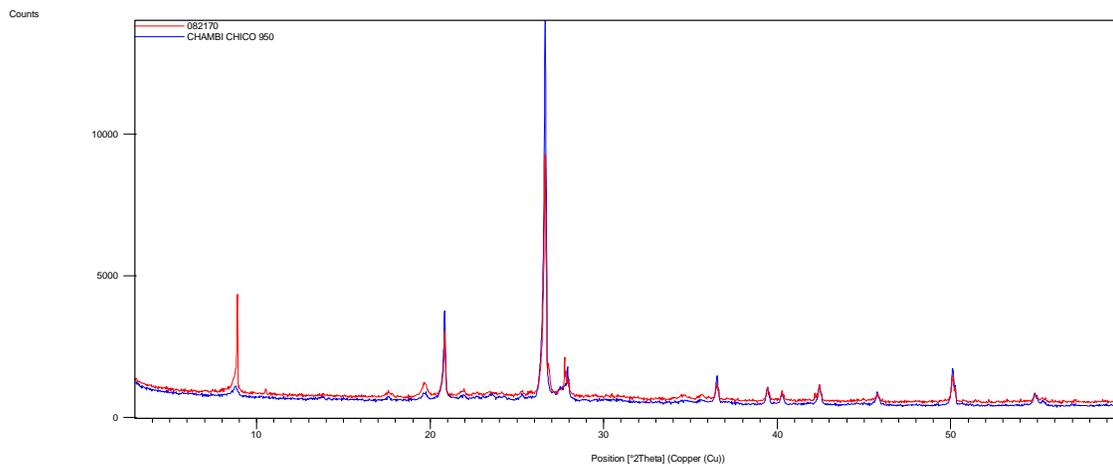
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082170 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082170 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082170 con la placa cerámica de Chambi Chico

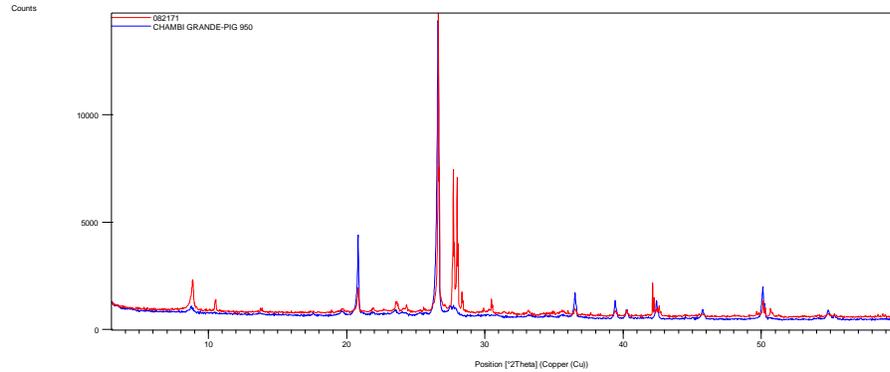


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082170 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

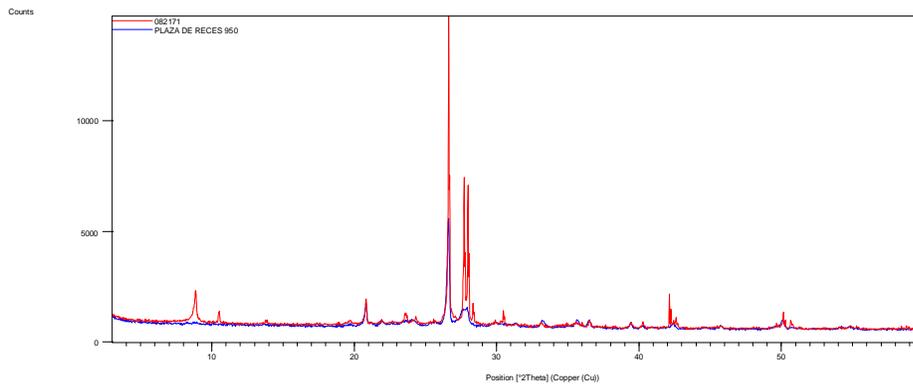
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082171 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

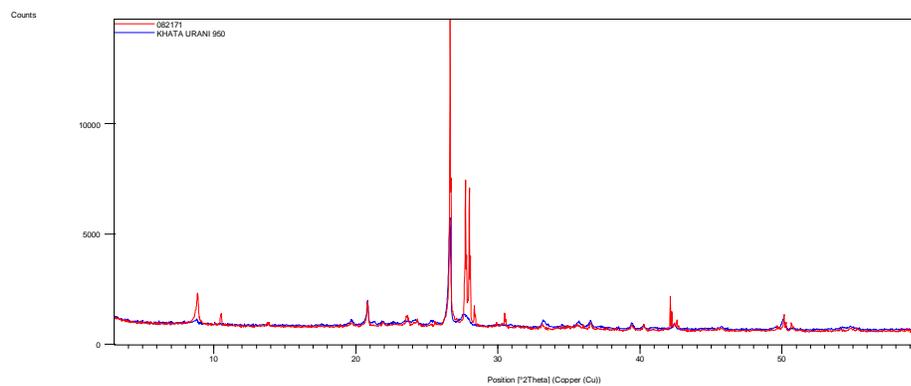
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082171 con la placa cerámica de Chambi Grande



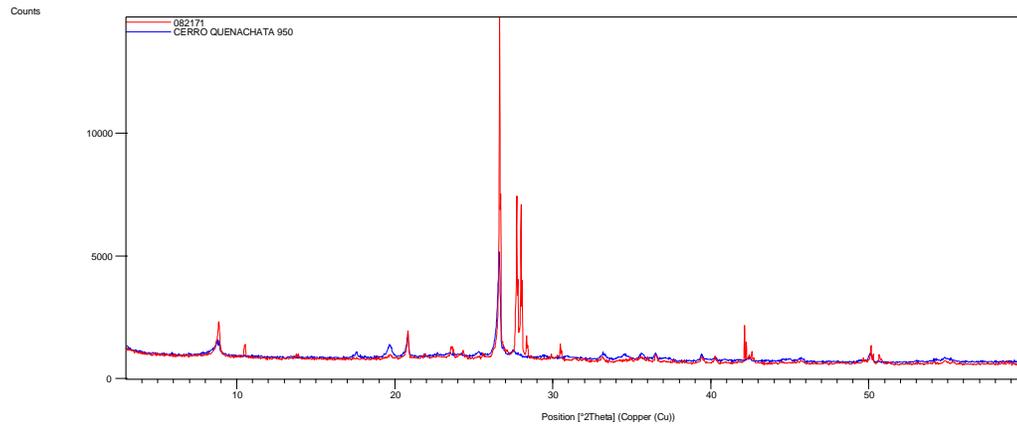
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082171 con la placa cerámica de Plaza de Reces



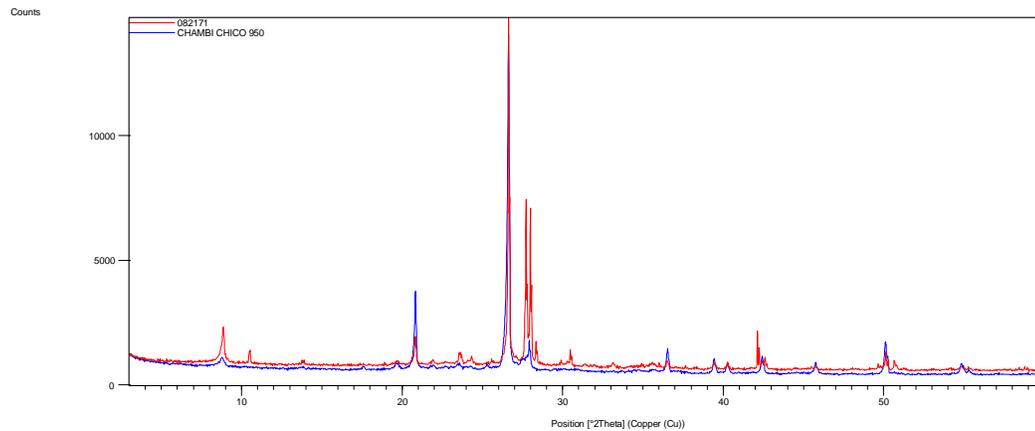
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082171 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082171 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082171 con la placa cerámica de Chambi Chico

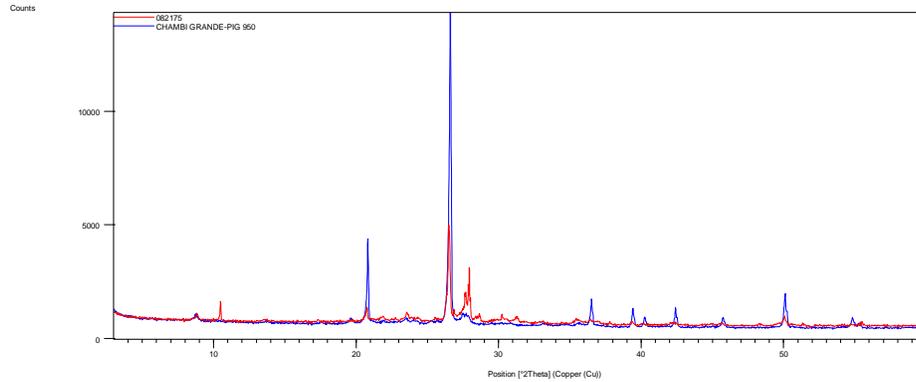


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082171 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

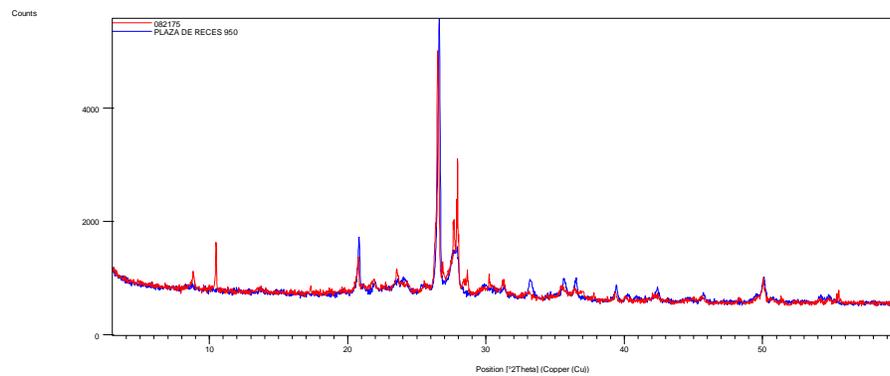
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082175 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

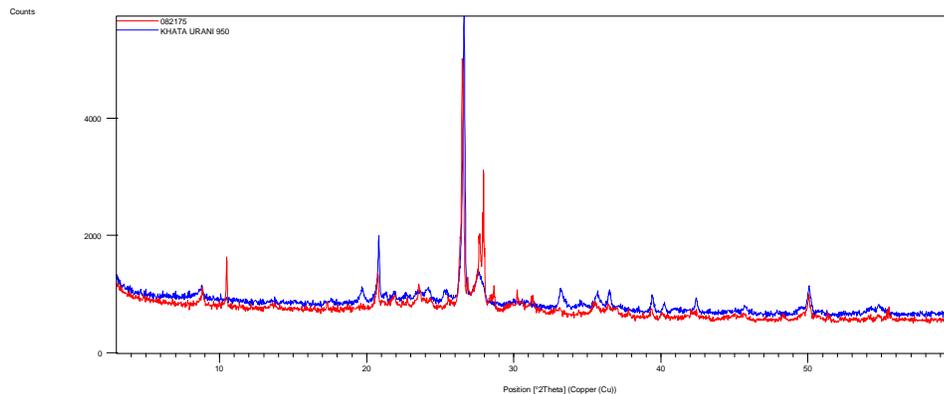
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082175 con la placa cerámica de Chambi Grande



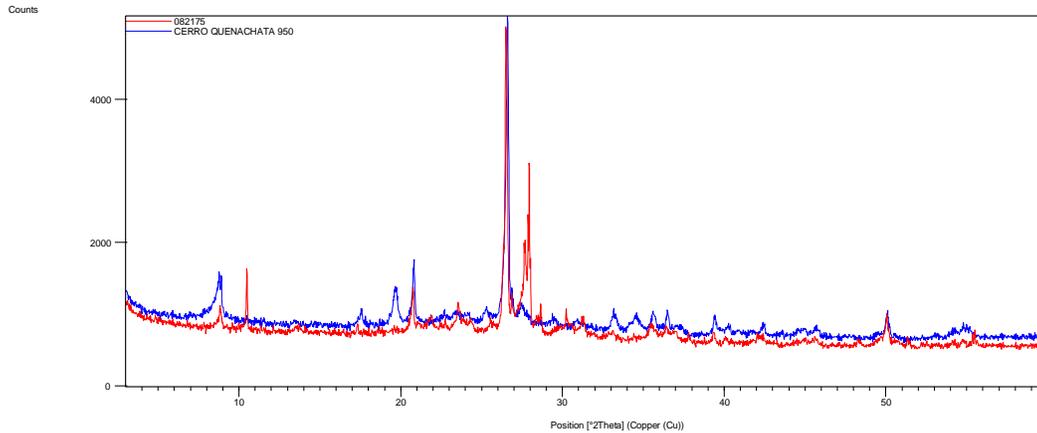
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082175 con la placa cerámica de Plaza de Reces



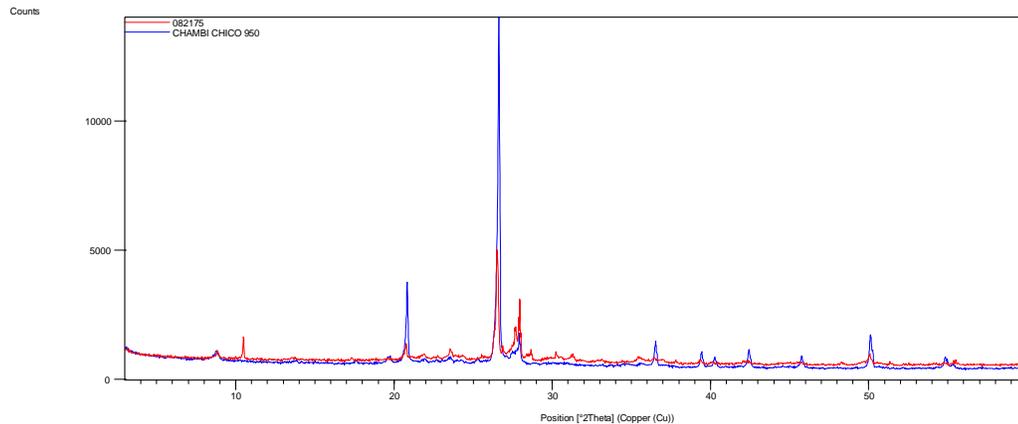
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082175 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082175 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082175 con la placa cerámica de Chambi Chico

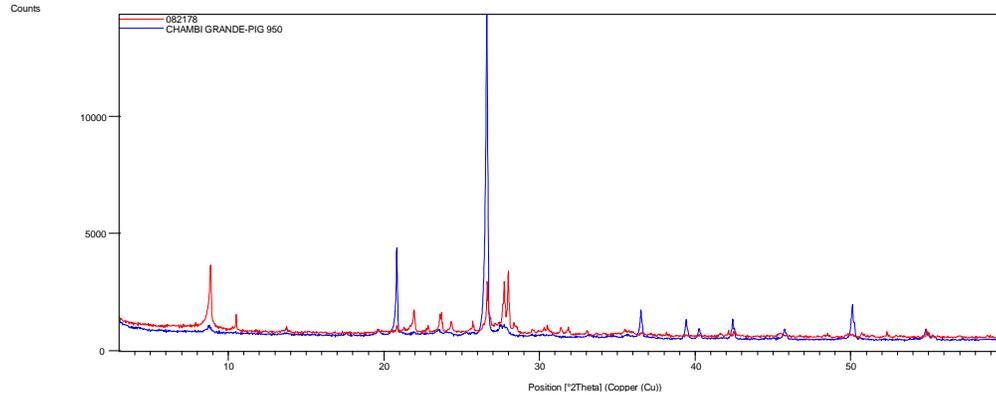


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082175 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

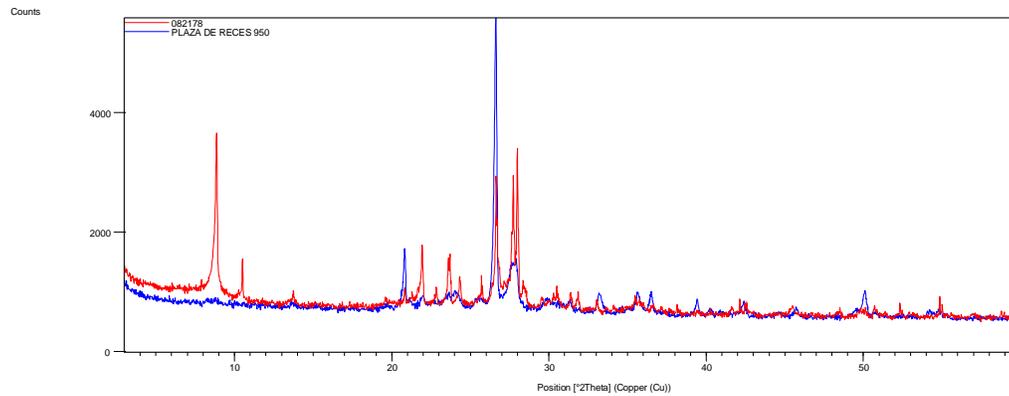
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082178 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

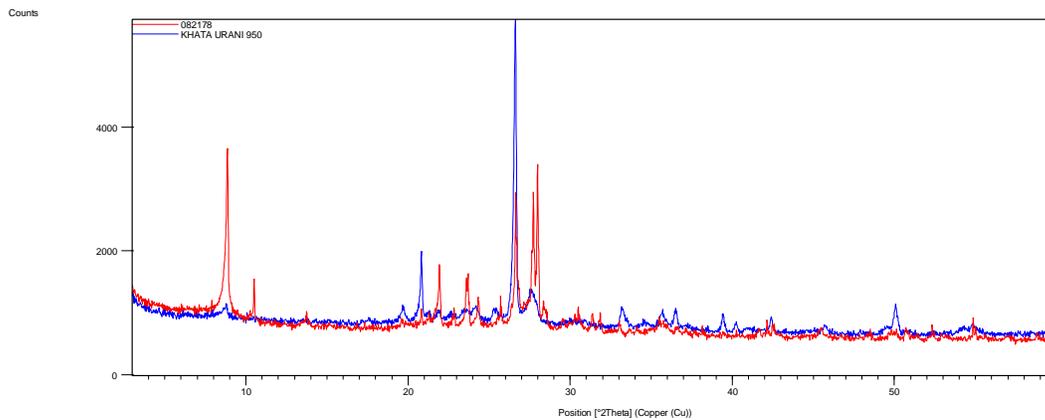
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082178 con la placa cerámica de Chambi Grande



### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082178 con la placa cerámica de Plaza de Reces

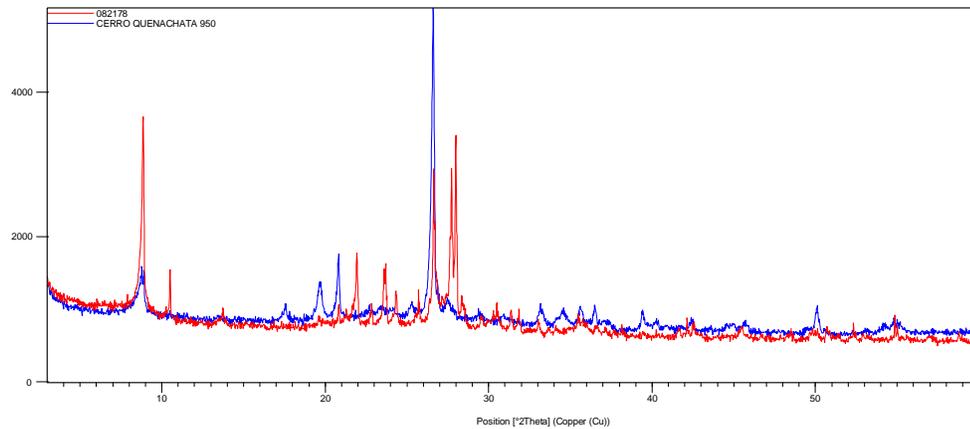


### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082178 con la placa cerámica de Khata Urani

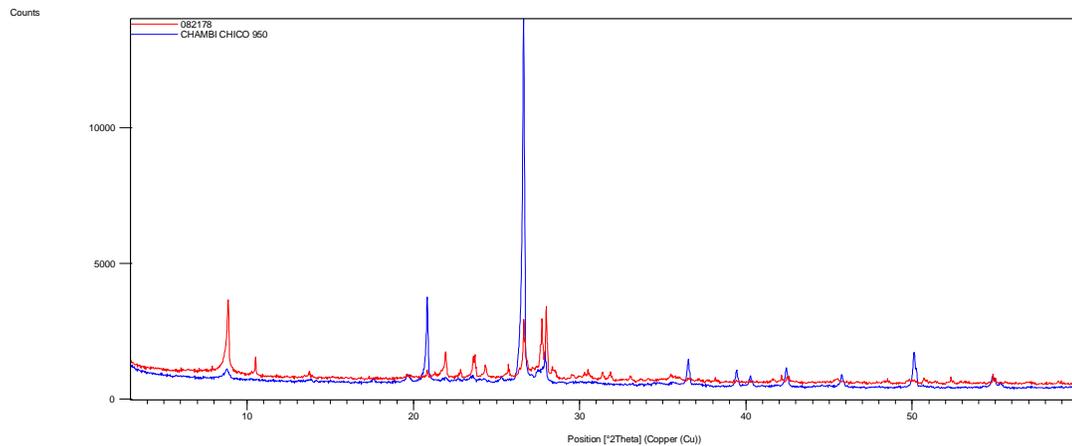


***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082178 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082178 con la placa cerámica de Chambi Chico



**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082178 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

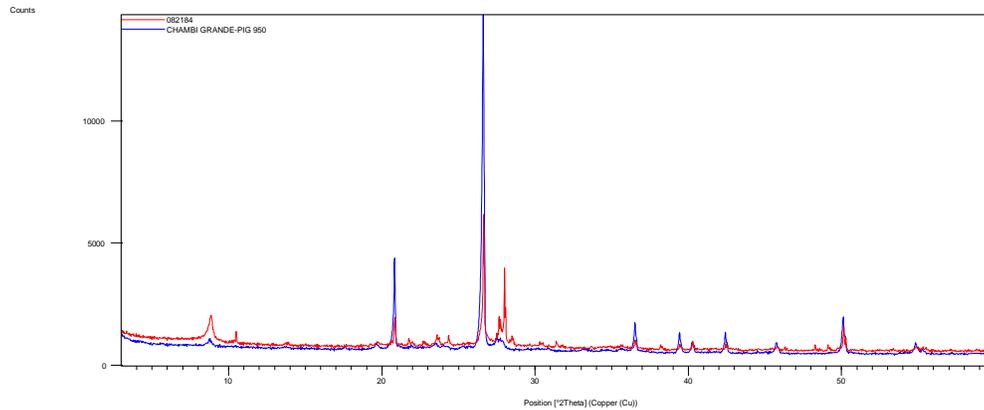
**Fuente:** Elaboración propia

---

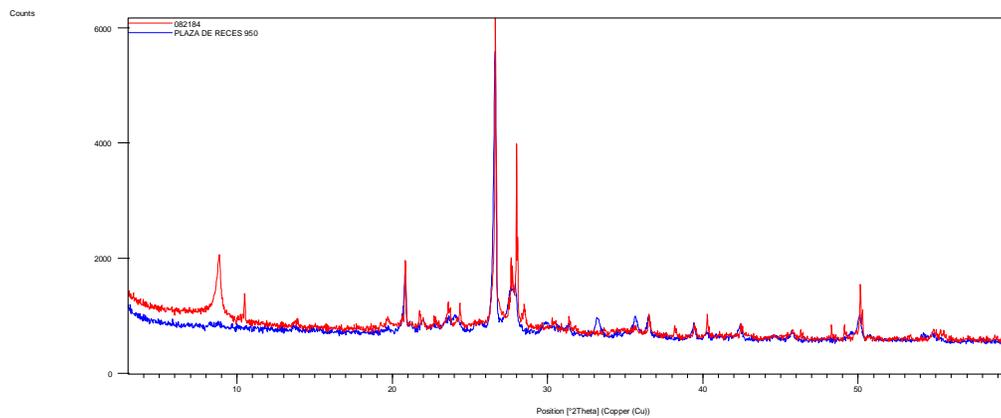
***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

## TUESTO CERÁMICO 082184 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

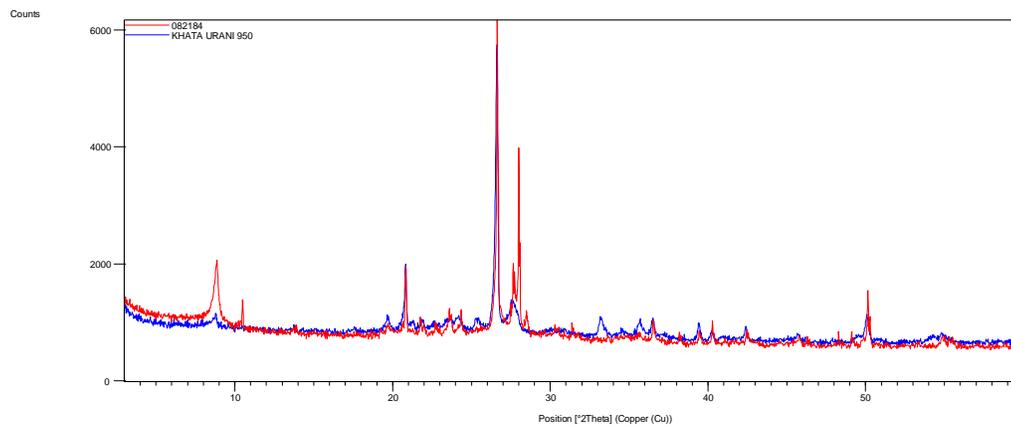
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082184 con la placa cerámica de Chambi Grande



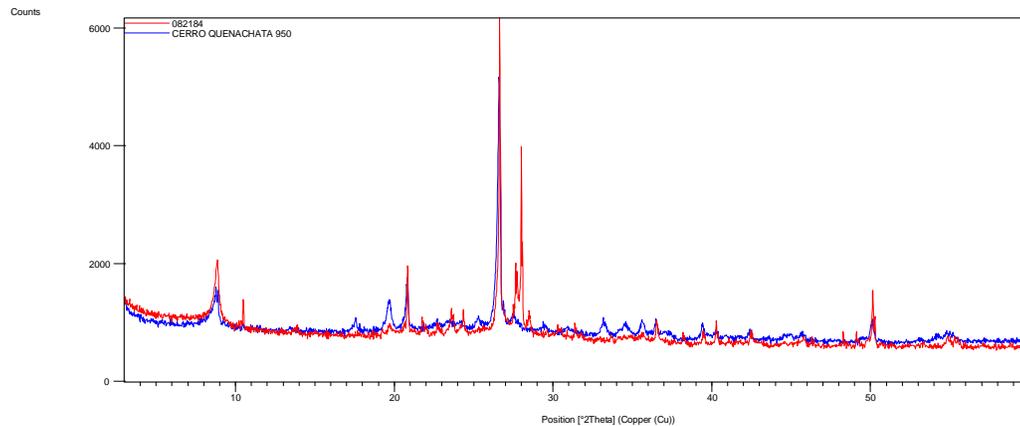
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082184 con la placa cerámica de Plaza de Reces



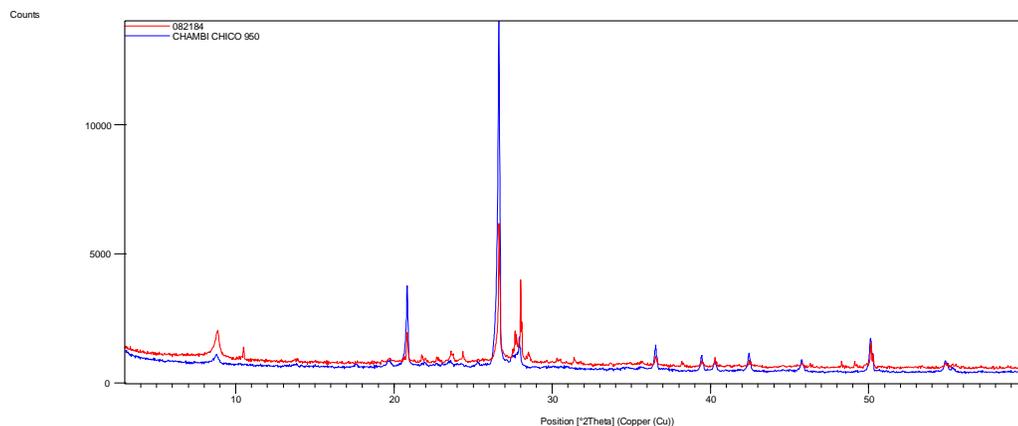
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082184 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082184 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082184 con la placa cerámica de Chambi Chico

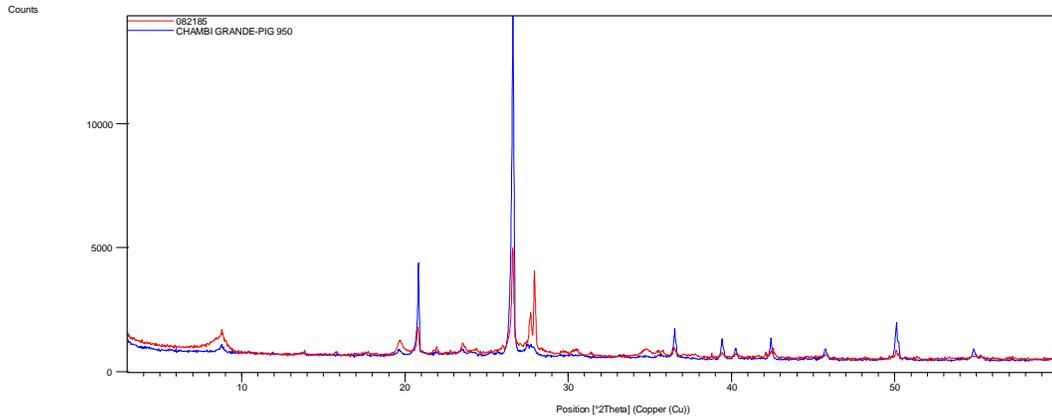


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082184 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

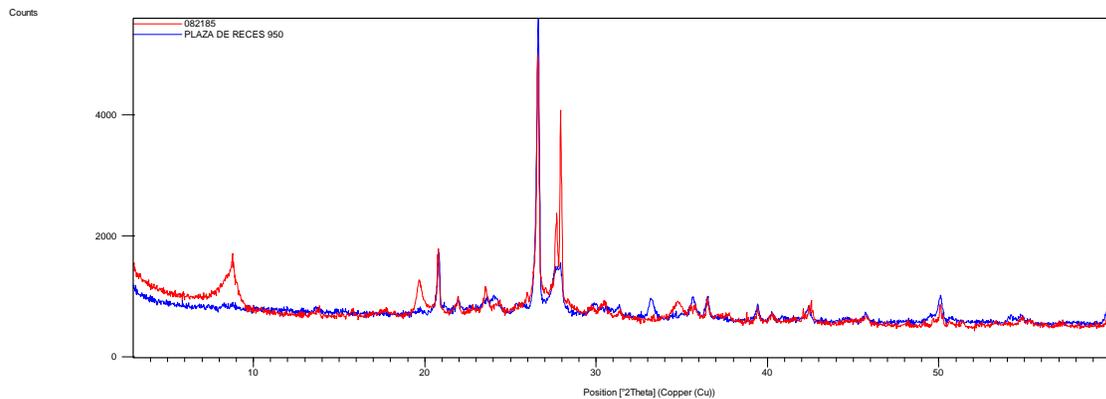
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082185 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

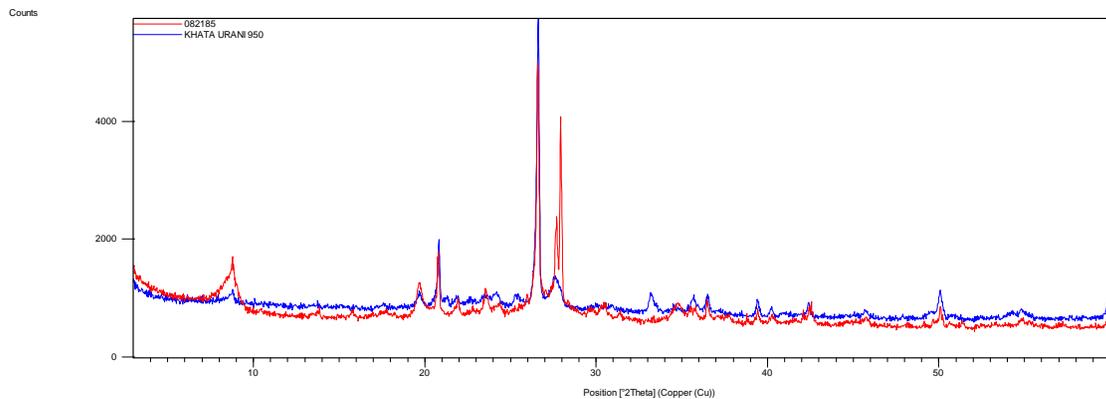
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082185 con la placa cerámica de Chambi Grande



### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082185 con la placa cerámica de Plaza de Reces

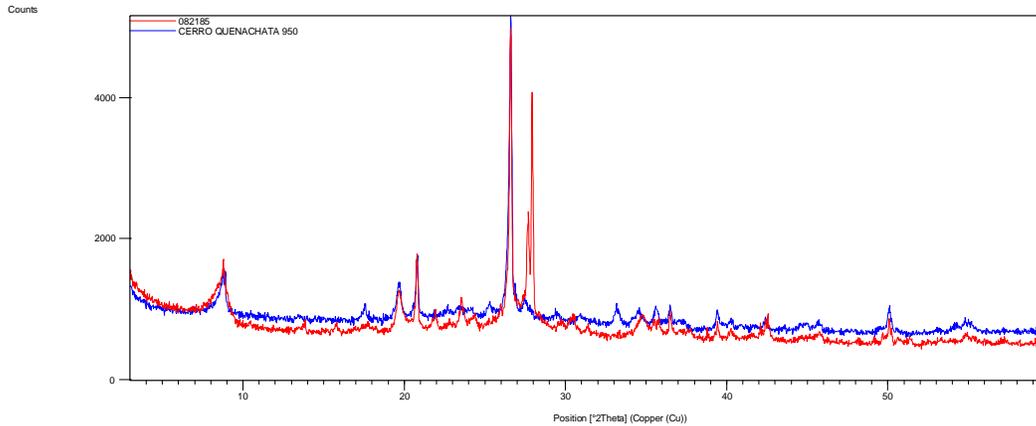


### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082185 con la placa cerámica de K'hata Urani

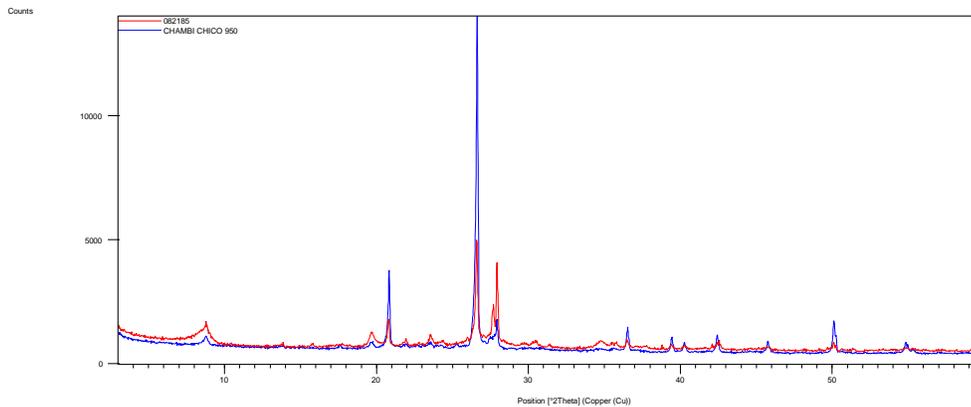


***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082185 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082185 con la placa cerámica de Chambi Chico

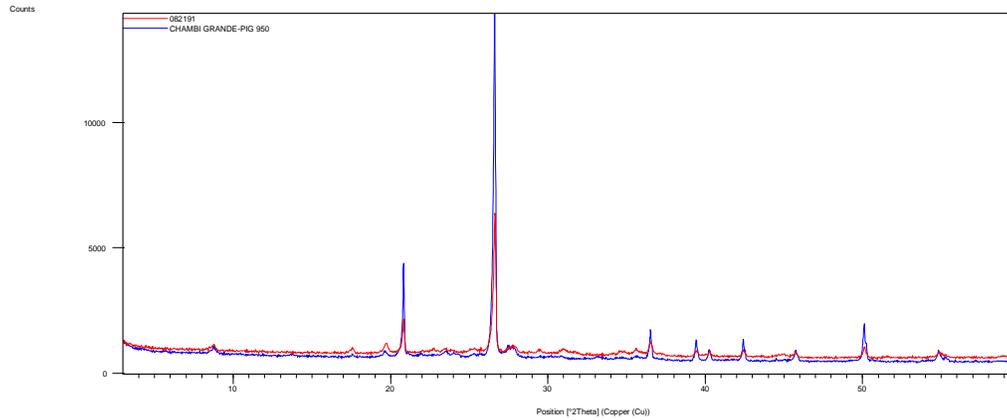


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082185 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

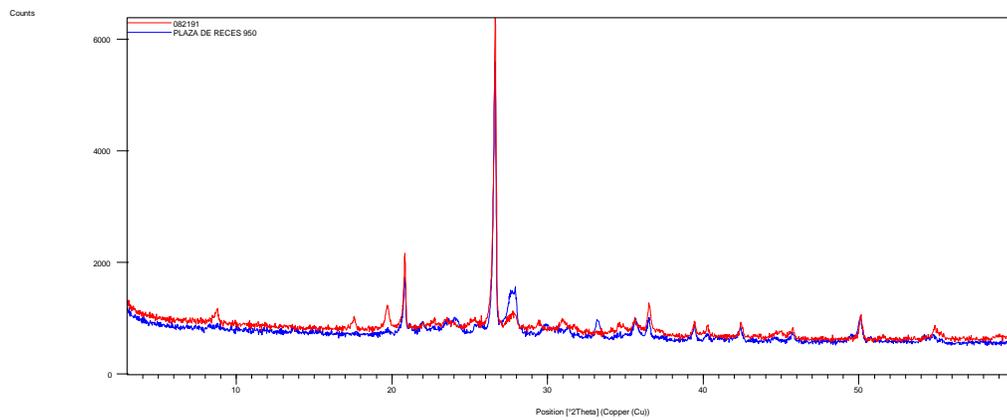
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082191 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

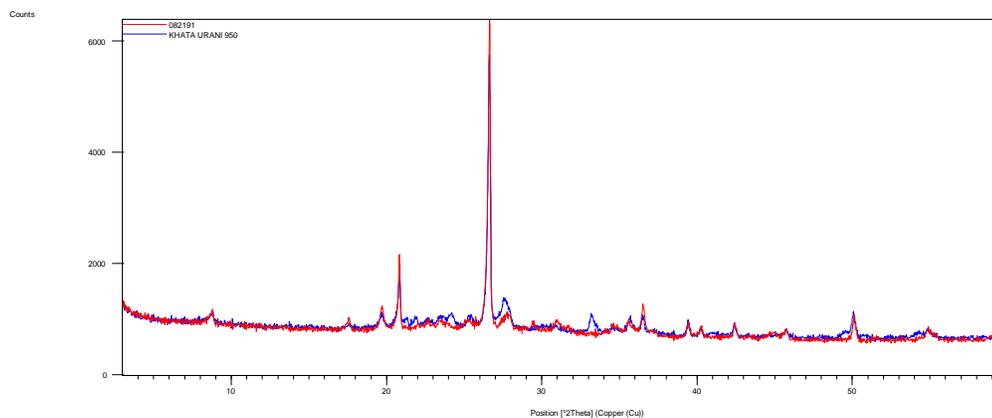
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082191 con la placa cerámica de Chambi Grande



### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082191 con la placa cerámica de Plaza de Reces

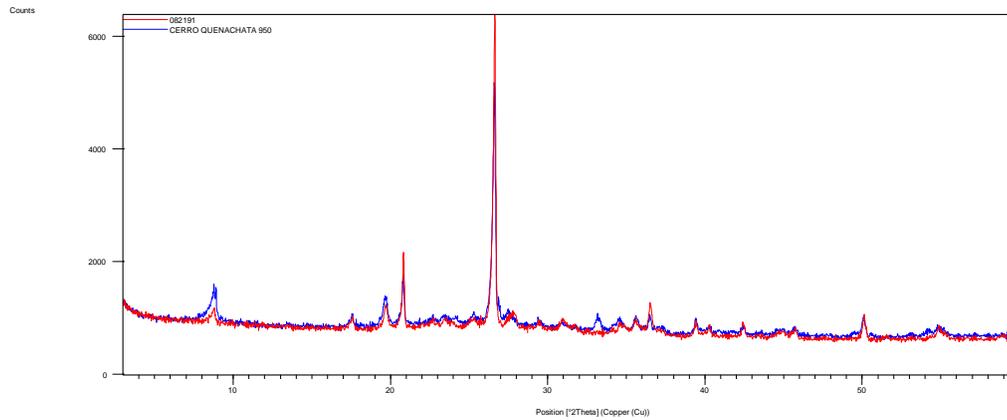


### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082191 con la placa cerámica de Khata Urani

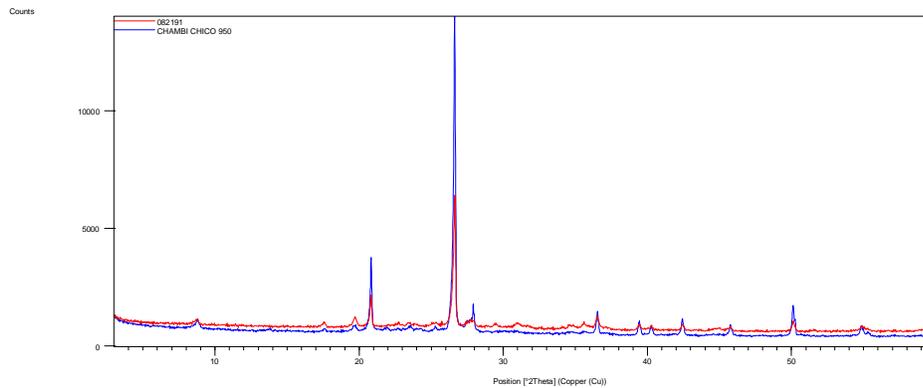


***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082191 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082191 con la placa cerámica de Chambi Chico

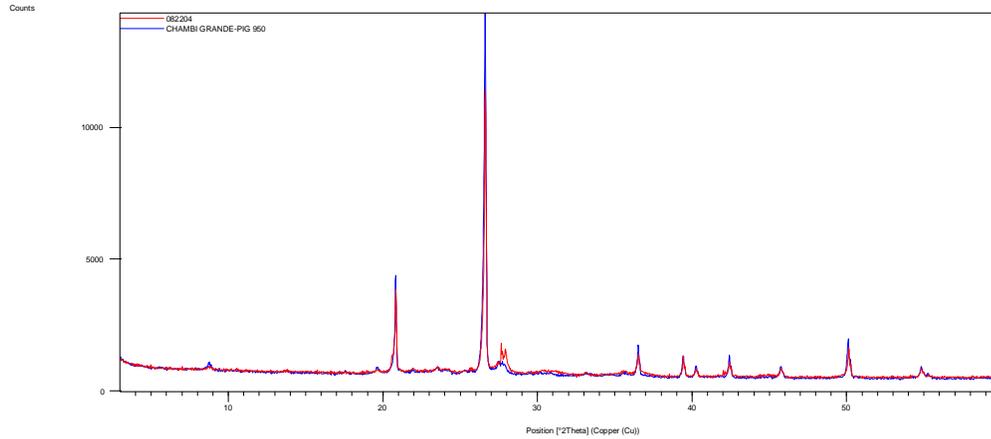


**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082191 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

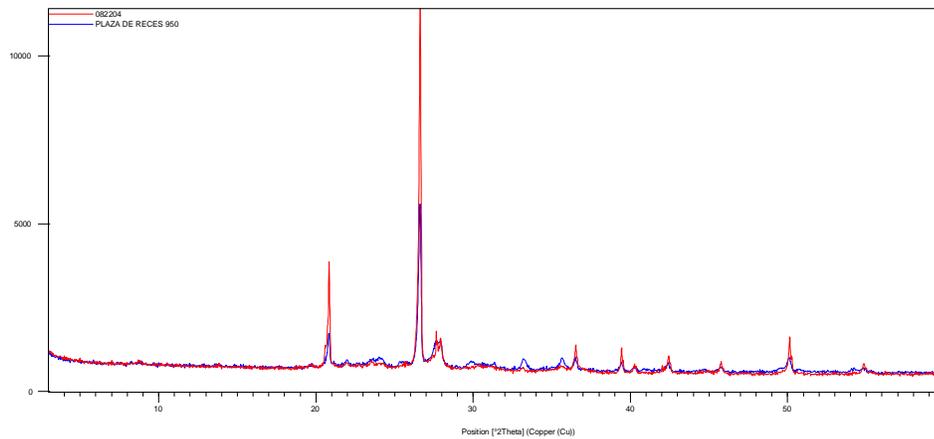
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082204 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

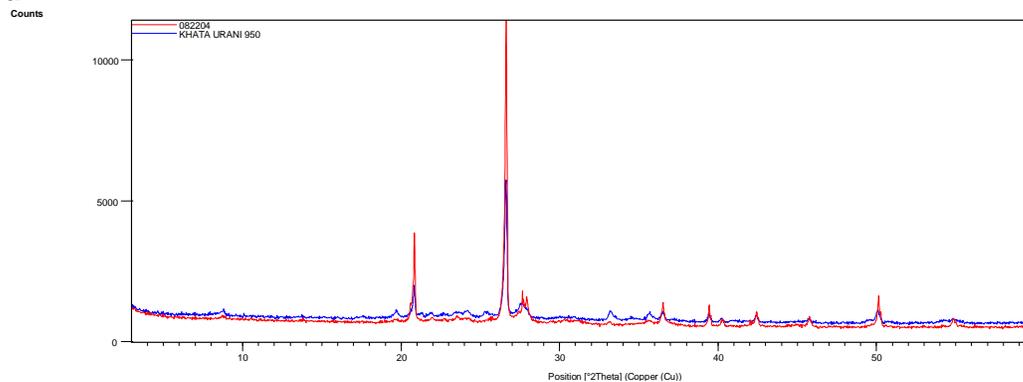
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082204 con la placa cerámica de Chambi Grande



### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082204 con la placa cerámica de Plaza de Reces

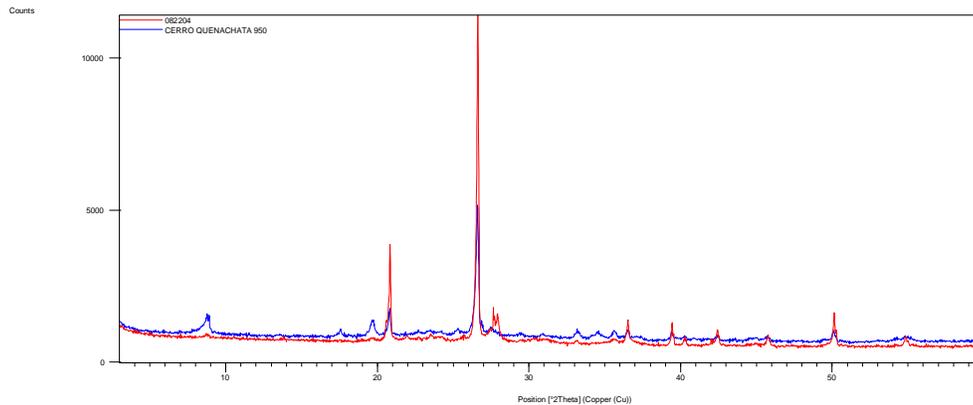


### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082204 con la placa cerámica de Khata Urani

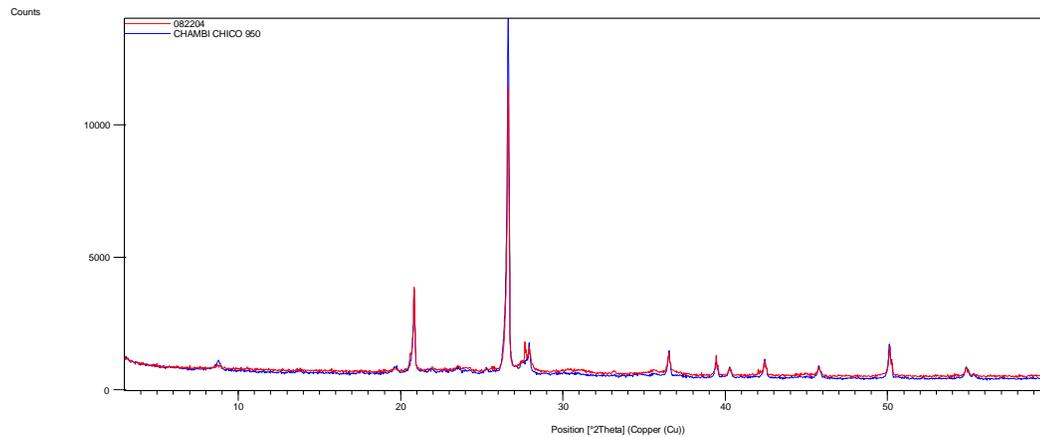


***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082204 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082204 con la placa cerámica de Chambi Chico



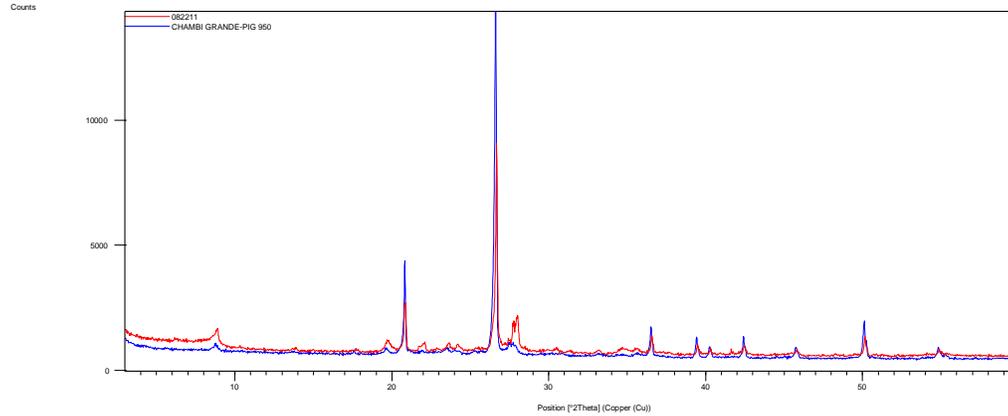
**MUY BUENA CORRELACION**

**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082204 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, con excepción de la muestra de Chambi Chico, que presenta muy buena correlación, el resto no muestran ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico arqueológico de Tiwanaku podría haberse elaborado con las arcillas de la región de Chambi Chico.

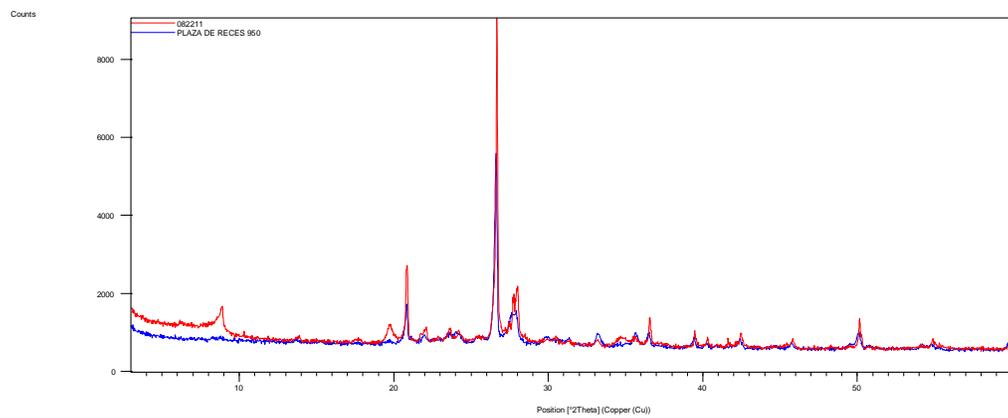
**Fuente:** Elaboración propia

## TIESTO CERÁMICO 082211 - MUESTRAS DE PLACAS CERÁMICAS

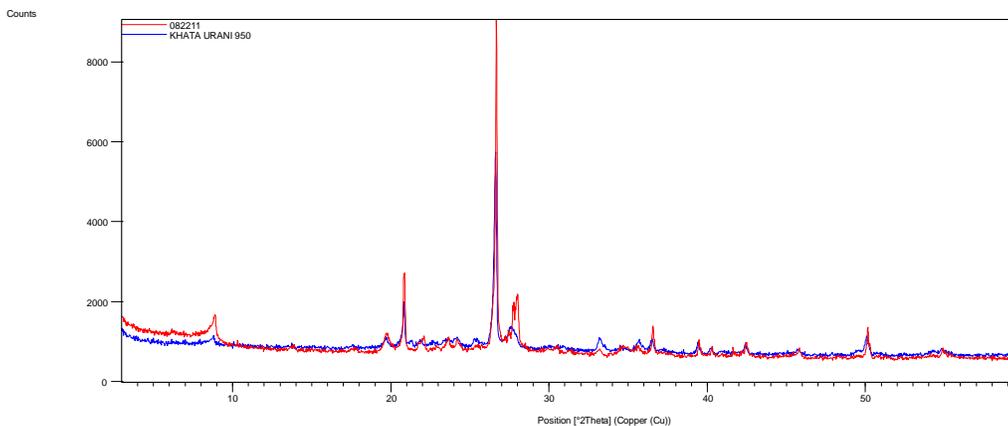
### COMPARACIÓN No.1 Tiesto cerámico 082211 - con la placa cerámica de Chambi Grande



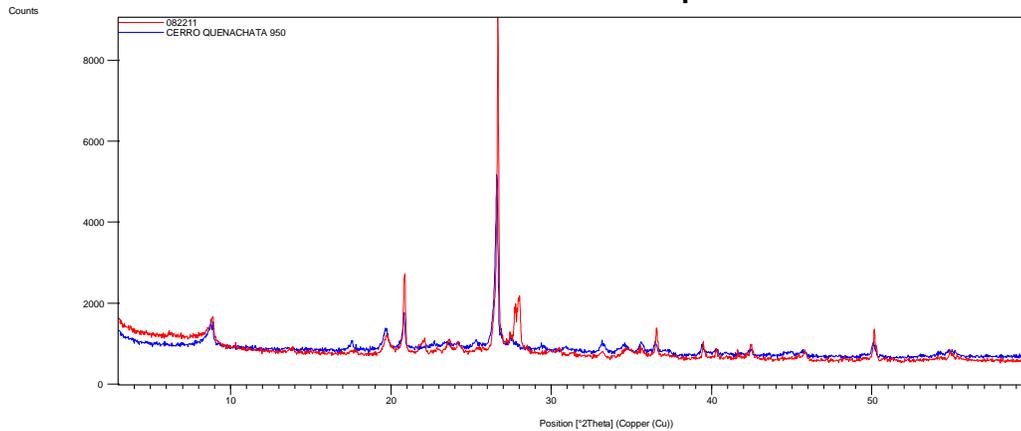
### COMPARACIÓN No.2 Tiesto cerámico 082211 con la placa cerámica de Plaza de Reces



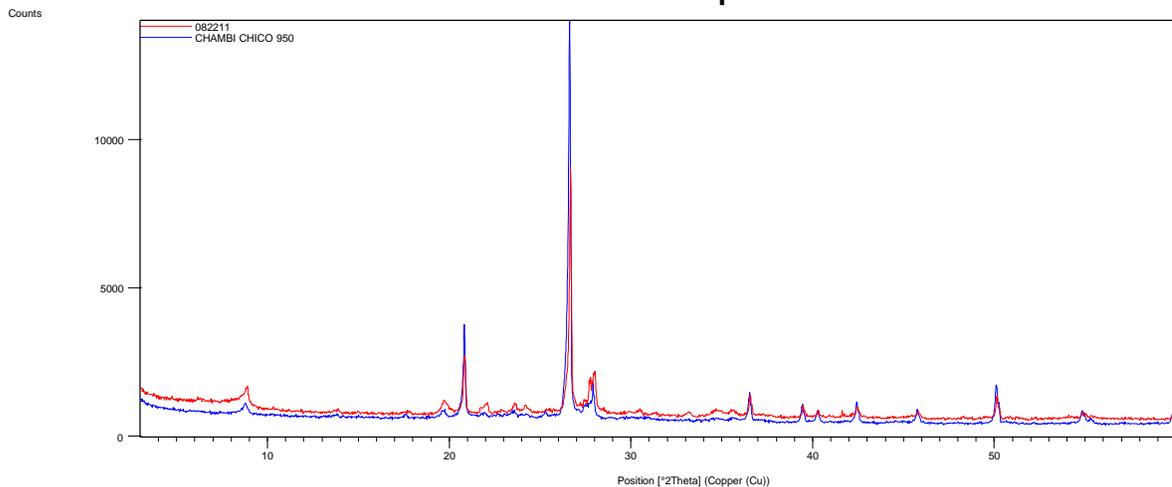
### COMPARACIÓN No.3 Tiesto cerámico 082211 con la placa cerámica de Khata Urani



### COMPARACIÓN No.4 Tiesto cerámico 082211 con la placa cerámica de Quenachata



### COMPARACIÓN No.5 Tiesto cerámico 082211 con la placa cerámica de Chambi Chico



**Conclusión:** El tiesto cerámico No 082211 en la comparación realizada con las 5 placas calcinadas a 950c, de los 5 depósitos de arcilla, no muestra ninguna relación en cuanto a las características mineralógicas, el tiesto cerámico no fue realizada con ninguna de las arcillas estudiadas de la región arqueológica de Tiwanaku.

**Fuente:** Elaboración propia

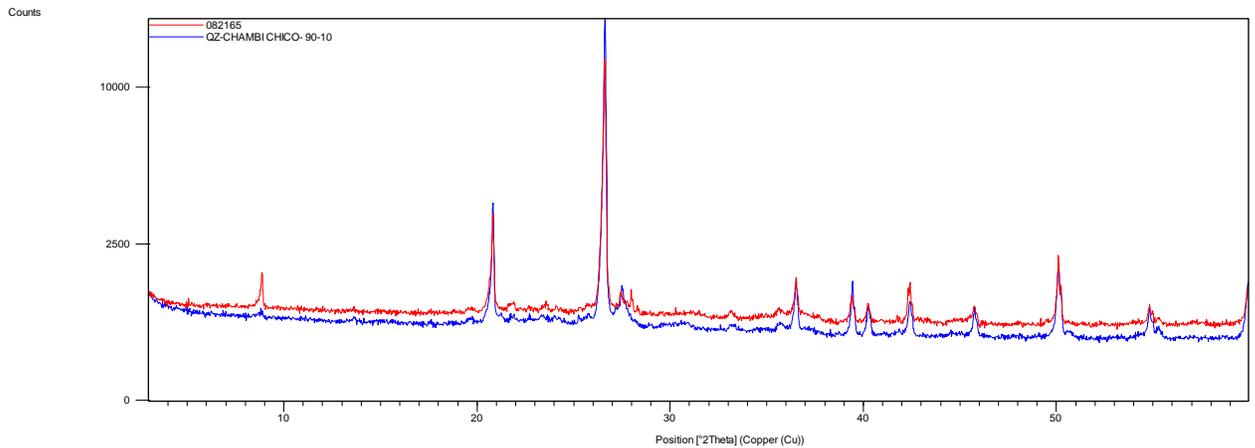
---

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO EN  
PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.**

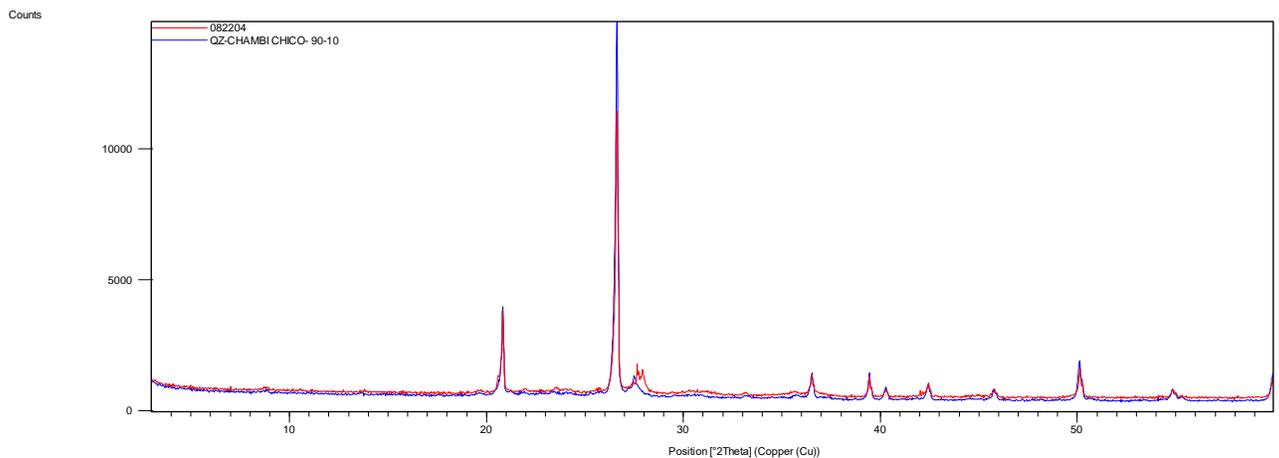
## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

## ANÁLISIS DE PASTA FORMULADA CON FELDESPATO

082165 - CHAMBI CHICO+CUARZO (90-10)



082204 - CHAMBI CHICO+CUARZO (90-10)



Dentro de los resultados de las muestras de Tiestos Arqueológicos estudiados, han sido comparados con la placa cerámica de la muestra preparada con material arcilloso de Chambi Chico al que se añadió 10% de arena de cuarzo finamente molida.

**Los registros DRX que mejor correlación presentan, son los que** corresponden a los tiestos **082160** y **082165**.

Se puede llegar a obtener una sobreposición mucho más precisa si se baja el porcentaje de cuarzo entre 4 y 5%, aspecto que está en proceso actualmente, sin embargo de manera general, se puede establecer que los tiestos mencionados y que aparecen el gráfico precedente, han sido elaborados con material prima del lugar denominado **Chambi Chico**, la adición de un poco de cuarzo, se habría hecho utilizando arena de río ya que en el examen a la lupa de los tiestos, se advierte presencia de pequeños fragmentos redondeados de rocas y cristales de cuarzo que son típicas formas de procesos fluviales.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Los resultados significativos de esta investigación y el método utilizado para el análisis de las muestras de arcilla y de los tiestos arqueológicos, nos han permitido conocer y acercarnos a las formulaciones de pastas arqueológicas encontradas en el templo del Kalasasaya.

Este estudio de las cerámicas arqueológicas nos permite conocer cada vez más a profundidad, la relación entre la alfarería y las actividades sociales de la cultura Tiwanaku. Conocer cómo se elaboró cada pieza de cerámica a partir de arcillas existentes en la región de Tiwanaku.

La trascendencia del estudio puede ser también enfocado desde el otro punto de vista, es decir para aquellos tiestos arqueológicos que aparentemente no tienen relación con las materias primas locales, de hecho, muchos de estas piezas arrojan elevada concentración del mineral denominado genéricamente feldespato, ya que son muchas las especies de esta categoría, este mineral, en el proceso cerámico tiene dos funciones de acuerdo a su composición, unas veces sirven como fundente y otras, como anti plástico.

En todo caso, las propiedades de estos minerales son efectivas a temperaturas de cocción son mayores a los 800°C, que es justamente cuando comienzan a desintegrarse y materializar sus propiedades como fundente o anti plástico.

En consecuencia, llama la atención el encontrar estos minerales en las piezas cerámicas arqueológicas y la conclusión más probable es que la cerámica del cual provienen esos fragmentos, no superó los 800°C.

El tema de su abundancia, en comparación al contenido que muestran los materiales arcillosos, indica que la materia prima no es de origen local, pero esto no descarta la posibilidad de que por lo menos una parte de las pastas cerámicas fueron preparadas con material local como lo demuestra en el tiesto 082204, con el depósito de arcilla de Chambi Chico.

---

***CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE  
ARCILLAS DE LA REGIÓN DE TIWANAKU Y SU USO  
EN PASTAS CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS.***

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Ha sido importante el convenio institucional entre las tres instituciones donde se desarrolló esta investigación, consideramos que ello es el inicio de muchas más investigaciones que se pueden llevar a cabo en la región arqueológica de Tiwanaku, con el fin de adquirir mayor conocimiento a temas poco estudiados.

Por tal situación consideramos que es importante seguir estudiando las arcillas de la región arqueológica de Tiwanaku, ya que son muchos más los depósitos que posiblemente eran fuente de materia prima para la elaboración de la cerámica arqueológica.

Por otra parte, el museo Arqueológico necesita de más investigadores que aporten con el conocimiento a resolver incógnitas que aún no fueron estudiadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ander-Eg. E. (2003). Métodos y técnicas de investigación social IV. Técnicas para la recolección de datos e información. Argentina. Editorial Lumen.
- Chavarria, J. (2010). Modelado. Barcelona- España.
- Chiti, J. (1989). Curso práctico de Cerámica Tomo 2. Buenos Aires-Argentina, Ediciones Condorhuasi.
- Domínguez, y Schifter. (2003). Las arcillas: El barro noble, México, D.F.
- Gomez, A., Gonzalez F. & (2006). Formación Universitaria por competencias. En Antología Curso Competencias Profesionales, Casa Anuies.
- Glenn, N. (1980). Manual para el Alfarero. Editorial: Cía. Editorial Continental, S.A. (CECSA)
- Hurlbut J. R y Klein C.L. (1993). Manual mineralógico de Dana, Barcelona- España: Reverte.
- Kenneth R. (1976). Cerámica Tornado, Buenos Aires-Argentina, Editorial: KAPELUSZ.
- Manzanilla, L. (1986). Akapana: Una pirámide en el centro del mundo. Universidad Autónoma de México, Mexico, DF.
- Orton, C. (1979). La cerámica en la arqueología.
- Pantoja, W. (2016). Sistematización de la iconografía Tiwanacota. Durante el Periodo Clásico. La Paz-Bolivia, Editorial Elion Olan
- Quiroz, M. (2013). La investigación Cualitativa. La paz –Bolivia.

## WEB-GRAFÍA

- <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/boletindearqueologia/article/view/21958>
- [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602012000200003&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602012000200003&script=sci_arttext&lng=en)
- [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602006000100014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602006000100014&script=sci_arttext)
- [http://www.accefyn.com/revista/Vol\\_28/109/10\\_555\\_563.pdf](http://www.accefyn.com/revista/Vol_28/109/10_555_563.pdf)
- [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=CARACTERISTICAS+QUIMICAS+DE+LA+ARCILLA+pdf&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=CARACTERISTICAS+QUIMICAS+DE+LA+ARCILLA+pdf&btnG=)

## ANEXOS