

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA**



**“VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA
PREHISPÁNICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO Q’OCHAPATA – LA
CONVENCIÓN – CUSCO”**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. Michael Fermin Paredes Sánchez
Bach. Yesica Justiniani Tumpay

Para optar al Título Profesional de:
Licenciado en Arqueología

ASESOR:

DRA. Patricia Marlene Arroyo Abarca

CO-ASESOR

ING. Mario Cumpa Cayuri

CUSCO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi madre Martina Sánchez Valencia por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi formación como profesional, a mi padre Roger Paredes Vásquez quien desde el cielo guía siempre mis pasos, a mis hermanos Roxana y Christian, a mi enamorada Sina Kistner por su apoyo, amor y comprensión constante para culminar el presente proyecto, a mis sobrinos y familia.

Michael F. Paredes Sánchez.

A Dios Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mi camino, a mis padres Ignacio Justiniani LLamacponcca, Cecilia Tumpay Reyes y hermanos Corina y Juber, quienes con su apoyo constante lograron que culmine con este trabajo de investigación, a mi mayor tesoro que es mi hijo M.D.G.J. Que a través de su amor me dio la fuerza y valentía para continuar con mis metas y objetivos.

Yesica Justiniani Tumpay.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial a nuestros docentes, colegas, estudiantes de arqueología de distintas partes del mundo (España, Francia, Alemania, Estados Unidos, Japón, etc.) y otros profesionales de otras disciplinas científicas.

Agradecimiento infinito a nuestra asesora, Dra. Patricia Marlene Arroyo Abarca y a nuestro co-asesor Ing. Mario Cumpa Cayuri por su apoyo incondicional, y orientación incansable en el proceso de la presente investigación.

Agradecemos infinitamente al Arqueólogo Zenobio Valencia García, responsable de la investigación arqueológica “Programa de Investigaciones Arqueológicas: Prospección y Excavación en el valle de Amaybamba”, con Resolución Directoral N° 308-2012-DGPC-VMPCIC/MC y al Proyecto Teaching And Projects Abroad (TAPA) por el apoyo y facilidades otorgadas;

Agradecemos al Arqueólogo John Valencia Córdova por su apoyo a lo largo de este trabajo, al supervisor del proyecto Daniel O’Shea, por su apoyo en el trabajo de campo. Al Ing. Mauro Zegarra por las sugerencias en el aspecto geológico de la zona; igualmente a la Químico Verushka N. Bustos Villena de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco por el apoyo con los trabajos de análisis de fluorescencia de rayos X, de petrografía y filiaciones.

Agradecimiento especial al laboratorio fisicoquímico- Mc. Química Lab. (UNSAAC), a cargo del Ing. Mauro Cumpa Cayuri por su apoyo en los diversos análisis realizados con los datos de fluorescencia de rayos X.

Agradecemos a los voluntarios del proyecto Teaching And Projects Abroad, en especial a Alexis Noqué de la Universidad Sorbonne de Francia, por su apoyo en los trabajos de gabinete.

Finalmente, a todos nuestros colegas y amigos por su apoyo incondicional en el transcurso de la presente investigación. Para así haber culminado con total éxito.

PRESENTACIÓN

El presente estudio intitulado “VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA PREHISPÁNICA EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q’OCHAPATA – LA CONVENCION - CUSCO”, tiene como objetivo identificar procedencias y analizar las vetas de arcilla que posiblemente fueron utilizadas en la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico de Q’ochapata, recurriendo al análisis fisicoquímico de diferentes muestras de arcilla y cerámica.

La elección del tema fue resultado de nuestra participación en el año 2015, en el proyecto de investigación “Programa de Investigaciones Arqueológicas: Prospección y Excavación en el valle de Amaybamba” con Resolución Directoral N° 308-2012-DGPC-VMPCIC/MC, a cargo del proyecto Teaching And Projects Abroad (TAPA), estando como director el Arqueólogo, Zenobio Valencia García, además de experiencias del trabajo de gabinete, a cargo del Arqueólogo, John Valencia Córdova, asociado al mismo proyecto.

Otro considerando fue que, hasta esa fecha, los trabajos de análisis fisicoquímico (Arqueometría) para arcillas y cerámica, eran escasas en nuestra región; y concretamente, en el valle del Lucumayo y/o Amaybamba no se tiene antecedentes de estudios sobre análisis fisicoquímico de las vetas de arcilla para determinar su identificación y la procedencia de materiales para la manufactura de cerámica hallada en el sitio arqueológico de Q’ochapata.

En el presente trabajo, se analizan las muestras de vetas de arcilla mediante comparación fisicoquímica con cerámicas recuperadas en el sitio arqueológico de Q'ochapata para identificar las vetas de arcilla que fueron utilizadas en la fabricación de cerámica prehispánica de la zona de estudio. El trabajo se inicia sobre la base de investigaciones previas a nivel nacional e internacional, especialmente en el trabajo realizado por el Proyecto Teaching And Projects Abroad (TAPA) información obtenida de las excavaciones arqueológicas realizadas entre los años 2012, 2013, 2014 y el trabajo de gabinete, el año 2015, del cual contamos con la respectiva autorización para hacer uso de los datos; con respecto a las vetas de arcilla por los trabajos de prospección en todo el valle de amaybamba a cargo del mismo proyecto en el cual fuimos participes y por la información etnográfica de los pobladores de la zona.

INTRODUCCIÓN

El informe de Tesis intitulado “VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA PREHISPÁNICA EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO”, está orientada hacia la identificación de las vetas de arcilla que fueron utilizados en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata.

Para el efecto, se realizan prospecciones geológicas y arqueológicas en el área de estudio del valle de Amaybamba y/o Lucumayo y diversos análisis de muestras de arcilla en distintos laboratorios fisicoquímicos. El estudio de la arcilla (materia prima para la elaboración de objetos cerámicos), ha sido un aspecto amplio, razón por la cual su estudio no solo compromete el punto de vista de la geología sino también de la arqueología y la arqueometría. Es así que, se verifican diferentes disciplinas científicas hoy en día las cuales aportan a la arqueología. En el caso puntual de la Arqueometría, sucede desde la década de los años 50 (siglo XX), la cual se convierte en una disciplina importante para la arqueología abordando temas fisicoquímicos para resolver la procedencia de la fabricación de cerámica.

La presente investigación se ha desarrollado conforme a la metodología hipotético – deductivo planteada por (Boggio, 1991), considerando un enfoque mixto y diseño experimental, en la línea metodológica propuesta por Hernández, Fernández, y Baptista (2014); Así mismo, el trabajo de tesis se sustenta teóricamente en los trabajos

arqueométricos relevantes de Garcia Heras (1997), Mommsen (2004), Tite et, (2001), Montero, Garcia & Lopez (2007), Ghezzi (2011), entre otros; pues, esta disciplina se encuentra vinculada con los análisis fisicoquímicos para determinar procedencia.

El diseño considera como variable principal el análisis de muestras de arcilla identificadas en trabajos exploratorios para su posterior análisis macroscópico, microscópico y fisicoquímico (fluorescencia de rayos x), para simplificar mediante dichos trabajo de laboratorio, la caracterización fisicoquímica de las muestras, particularmente de los componentes químicos, físicos y petrográficos contenidos en la matriz arcillosa, para permitir realizar una comparación, correlación y filiación con el material alfarero que indique su posible procedencia.

La estructura del informe considera una organización formal para el informe de tesis, donde el capítulo I, resume los aspectos generales de la zona de estudio y del sitio arqueológico de Q'ochapata, incidiendo en la ubicación y descripción geográfica de la zona, concluyendo con una descripción de los procesos de manufactura realizadas con la cerámica prehispánica, principalmente brindándole importancia de la materia prima utilizada en este propósito y los componentes fisicoquímicos.

El capítulo II del informe, presenta los antecedentes de estudios fisicoquímicos realizados en la zona de investigación, especialmente el que fue realizado para las muestras de cerámica.

El capítulo III describe el problema de investigación e inicia con una descripción problemática, la formulación del problema, considerando un problema general y problemas específicos, la identificación de variables e indicadores temáticos, las variables de investigación organizadas en variable independiente y dependiente, definiendo a la arcilla como variable principal. Comprende el capítulo también la justificación del estudio

y las limitaciones superadas, además de describir la posibilidad de aporte en el análisis de cerámicas locales, la precisión del objetivo general y objetivos específicos, orientados especialmente a definir la procedencia de vetas de arcilla en la zona mediante prospecciones sistemáticas de superficie, la definición de muestras previa selección escrupulosa de las mismas para su posterior análisis. En la parte final de dicho capítulo, se formulan las hipótesis, general y específicas.

Como contenido del capítulo IV, se desarrolla el marco teórico, el marco referencial y la metodología de investigación desarrollada, iniciando por una sustentada descripción de la base teórica requerida y centrada esencialmente en la Arqueometría. Luego, se describe la metodología de investigación utilizada en el proceso de campo, desde el enfoque de estudio asumido, el diseño metodológico, el nivel de estudio, para finalmente describir cada una de las etapas de selección de las muestras en la población referencial, con las cuales permitir el análisis mediante las técnicas de observación microscópica y el análisis químico, además del requerimiento de instrumentos necesarios en dicha fase de estudio.

En el capítulo V, se describe la identificación, localización, toma de muestras y selección de las mismas, incorporando el trabajo de laboratorio en el cual se realizó el análisis de vetas de arcilla, utilizadas hipotéticamente en la producción alfarera de los pobladores antiguos en el sitio arqueológico de Q'ochapata, entendido como componentes complementarios, y del cual se desprende el dato arqueológico en el que se basa la temática de estudio.

El capítulo VI, el más importante del informe, se evidencian los resultados y la discusión de la investigación. En la redacción de contenido se analizan e interpretan los datos obtenidos tanto en los trabajos de campo, así como en los de laboratorio, orientados

a confirmar o descartar la problemática formulada en el trabajo, así como en las hipótesis de estudio, conforme a los objetivos propuestos en la presente tesis.

En la parte final del informe, se derivan las conclusiones de la investigación, se agregan un conjunto de recomendaciones para optimizar estudios y seguimientos posteriores al realizado, concluyendo en el citado de fuentes y especificación de las referencias bibliográficas, además de los anexos temáticos que actúan como soporte de evidencias complementarias del estudio desarrollado.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PRESENTACIÓN.....	V
INTRODUCCIÓN	VII
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
INDICE DE GRÁFICOS	XVIII
CAPÍTULO I.....	19
ASPECTOS GENERALES	19
1.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
1.1.1 ALTITUD	23
1.2 ZONIFICACIÓN DEL VALLE DE LUCUMAYO Y/O AMAYBAMBA	23
1.3 UBICACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OCHAPATA.....	24
1.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
1.4 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.....	26
1.5 ECOLOGÍA DE LA ZONA.....	27
1.5.1 CLIMA.....	27
1.5.2 PRECIPITACIÓN.....	28
1.5.3 TEMPERATURA.....	28
1.5.4 RECURSOS HÍDRICOS	28
1.5.5 ZONAS DE VIDA	29
1.6 GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO	31
1.6.1 GEOMORFOLOGÍA.....	32
1.6.2 GEOLOGÍA.....	33
1.7 MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE CERÁMICA	40
1.7.1 ARCILLA	40
1.7.2 DESGRASANTES	42
1.7.3 AGUA.....	44
1.7.4 MATERIAS PARA LA DECORACIÓN.....	45
1.7.5 COMBUSTIBLE	45
1.8 COMPONENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS ARCILLAS	45
1.8.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ARCILLA	45
1.8.2 PROPIEDADES QUÍMICAS.....	48

CAPITULO II.	49
ANTECEDENTES DE ESTUDIO.	49
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS EN LA ZONA DE INVESTIGACIÓN REFERIDO A CERÁMICA.	49
CAPITULO III.	52
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	53
3.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	53
3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	53
3.3 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	55
3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	55
3.4 JUSTIFICACIÓN Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	56
3.5 OBJETIVOS.....	59
3.5.1 OBJETIVO GENERAL	59
3.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	59
3.6 HIPÓTESIS.....	59
3.6.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	59
3.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	60
CAPÍTULO IV	61
MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
4.1 BASE TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	61
4.1.1 ARQUEOMETRÍA	61
4.2 MARCO REFERENCIAL	68
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	78
4.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	78
4.3.1 MÉTODO HIPOTÉTICO – DEDUCTIVO	78
4.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	79
4.4.1 ENFOQUE MIXTO	79
4.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	82
4.5.1 EXPERIMENTAL.....	82
4.6 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	83
4.6.1 DESCRIPTIVO	83

4.7	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	83
4.7.1	TÉCNICAS.....	83
4.7.1.1	Observación.....	83
4.7.1.2	Microscópica	84
4.7.1.3	Análisis Físicoquímico	84
4.7.1.4	Gráficos ternarios	85
4.7.2	INSTRUMENTOS	85
4.8	POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE MUESTRAS	86
4.8.1	POBLACIÓN	86
4.8.2	MUESTRAS.....	87
	CAPÍTULO V	89
	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OCHAPATA.....	89
5.1	TRABAJO DE CAMPO	89
5.1.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS VETAS DE ARCILLA.....	89
5.1.2	LOCALIZACIÓN DE LAS VETAS DE ARCILLA	92
5.1.3	TOMA Y SELECCIÓN DE MUESTRAS DE ARCILLAS	97
5.2	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	100
5.2.1	TRABAJOS EN EL LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE LA DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE CULTURA CUSCO	100
5.2.1.1	Selección de las Muestras para el Análisis de Fluorescencia de Rayos X... 100	
5.2.1.2	Preparación y Análisis de las Muestras por Fluorescencia de Rayos X..... 107	
5.2.1.2.1	Preparación.....	107
5.2.1.2.2	Análisis.....	109
5.2.1.2.3	Análisis de los datos	110
5.2.1.2.4	Análisis de composición química elemental por FRX.....	111
5.2.1.2.5	Análisis de correlación utilizando el CPS en metales refractarios.....	112
5.2.1.2.6	Análisis de materias primas utilizadas en la elaboración de cerámica de Q'ochapata.....	115
5.2.1.2.7	Análisis Físicoquímico y Textural de Arcillas	117
5.2.2	TRABAJO EN EL LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC).....	118
5.2.2.1	Análisis Microscópico.....	118
5.2.2.2	Análisis Físicoquímico	125
	CAPÍTULO VI.....	144
	RESULTADO Y DISCUSIÓN	144

6.1	RESULTADO	144
6.1.1.	RESULTADOS DE CAMPO	145
6.1.2.	RESULTADOS DE LABORATORIO.....	149
6.2	DISCUSIÓN.....	165
6.2.1	Respecto a vetas de arcillas que fueron utilizados en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q`ochapata.	167
6.2.2	Con respecto a los componentes fisicoquímicos que están presentes y caracterizan las vetas de arcilla.	177
6.2.3	Con respecto al porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q´ochapata procedente de las vetas de arcillas de la zona de estudio.	181
	CONCLUSIONES	185
	RECOMENDACIONES	187
	BIBLIOGRAFÍA.....	188
	ANEXOS.....	193

Plano 01: Plano de ubicación política del distrito de Huayopata

Plano 02: Plano general de delimitación de la zona de estudio

Plano 03: Plano geológico del valle de Amaybamba y/o Lucumayo

Plano 04: Plano hidrográfico del valle de Amaybamba y/o Lucumayo

Plano 05: Plano de ubicación del sitio Arqueológico de Q'ochapata

Plano 06: Plano de delimitación del polígono del sitio Arqueológico de Q'ochapata

Plano 07: Plano de ubicación de las vetas de arcillas

Plano 08: Plano de vías de acceso y vetas de arcilla del valle de Amaybamba y/o Lucumayo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista del Valle del Amaybamba y/o Lucumayo desde el Sitio Arqueológico de Alfamayu; se resalta la abundante vegetación y el recorrido del río Lucumayo.	22
Figura 2: Veta de arcilla ubicado en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata.....	41
Figura 3: Vista de la veta 1; nótese la coloración de la arcilla.	93
Figura 4: Vista de la veta 2; notese la coloración de la arcilla.	94
Figura 5: Vista de la veta 3; notese la abundante vegetación arbustiva.....	95
Figura 6: Vista de la veta 4, nótese la matriz arcillosa; notese la coloración de la arcilla.....	96
Figura 7: Vista de la veta 4, nótese la matriz arcillosa; notese la coloración de la arcilla.....	97
Figura 8: Recolección de muestras de arcilla de la veta 1 supervisado por el Ing. Químico Mario Cumpa Cayuri	98
Figura 9: Proceso de recolección de muestras de arcilla	99
Figura 10: Recolección de muestras de arcilla junto con el asesor.....	99
Figura 11: Muestra de la veta de arcilla 1 debidamente embolsada y pesada.	101
Figura 12: Muestra de la veta de arcilla 2 debidamente embolsada y pesada.	101
Figura 13: Muestra de la veta de arcilla 3 debidamente embolsada y pesada.	102
Figura 14: Muestra de la veta de arcilla 4 debidamente embolsada y pesada	102
Figura 15: Muestra de la Veta de arcilla 5 debidamente embolsada y pesada	103
Figura 16: Vista del bloquer y ladrillo fabricado en la actualidad en el sector establo	104
Figura 17: Vista del horno actual para la cocción del bloquer y ladrillo	104
Figura 18: Vista de la arcilla coccionada establo.....	105
Figura 19: Vista arcilla cochurada Q-2, proveniente de las excavaciones arqueológicas de Q'ochapata	105
Figura 20: Arcilla cochurada Q-2D, provenientes de las excavaciones arqueológicas de Q'ochapata	106
Figura 21: Ladrillo cochurado establo	106
Figura 22: Bloquer crudo establo.....	107
Figura 23: Trituración de las muestras de arcilla, enfocado	108
Figura 24: Trituración de las muestras de arcilla.....	108
Figura 25: Observación microscópica de las arcillas en laboratorio de la fisicoquímico- mc. química lab. (UNSAAC).....	119
Figura 26: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 1.....	120

Figura 27: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 1; nótese la coloración de la arcilla.....	120
Figura 28: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 2; nótese la coloración de la arcilla.....	121
Figura 29: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 2; nótese la coloración de la arcilla.....	121
Figura 30: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 3; nótese la coloración de la arcilla.....	122
Figura 31: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 3; nótese la coloración de la arcilla.....	122
Figura 32: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 4; nótese la coloración de la arcilla.....	123
Figura 33: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 4; nótese la coloración de la arcilla.....	123
Figura 34: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 5; nótese la coloración de la arcilla.....	124
Figura 35: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 5; nótese la coloración de la arcilla.....	124
Figura 36: Gráfico para la denominación de los suelos según el triángulo de textura.	141
Figura 37: Muestras trituradas de las arcillas de Q'ochapata listos para su análisis	143
Figura 38: Muestras trituradas de las arcillas de Q'ochapata listos para su análisis	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: División del valle del Amaybamba.....	24
Tabla 2: Operacionalización de las variables.....	56
Tabla 3: Total de muestras analizadas.	112
Tabla 4: Conteo por segundo en metales refractarios.....	113
Tabla 5: Diferentes tipos de arcillas identificadas en el sitio arqueológico de Q'ochapata...	116
Tabla 6: Conteo por segundo	117
Tabla 7: Análisis fisicoquímico	117
Tabla 8: Análisis textural	118
Tabla 9: Humedad %	127
Tabla 10: HPO ₄ = mg/100.....	129
Tabla 11: CL 0 mg/100.....	129
Tabla 12: Clasificación de la conductividad según Ojeda y Caballero (1974).....	130
Tabla 13: Conductividad Eléctrica (micro siemen/centímetro) uS/cm.....	132
Tabla 14: Conductividad Eléctrica (Milimhos/centímetro) mmh/cm.....	132
Tabla 15: Ca Co ₃ %.....	134
Tabla 16: pH	137
Tabla 17: Fe mg/100	138
Tabla 18: Textura Arena %.....	142
Tabla 19: Textura Arcilla %	142
Tabla 20: Textura Limo %.....	142
Tabla 21: Clase Textural.....	142
Tabla 22: Total de muestras de arcilla y material cochurado. Analizados.	150
Tabla 23: Conteo por segundo en metales refractarios.....	153
Tabla 24: Análisis textural	155
Tabla 25: Análisis fisicoquímico	156
Tabla 26: Resultados del análisis fisicoquímico.....	158
Tabla 27: Conteo por segundo	170
Tabla 28: Composición química.	177

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Modelo de trabajo Arqueométrico para la caracterización de cerámica y arcillas .	67
Gráfico 2: Grafico ternario de correlación	114
Gráfico 3: Formula del contenido de Humedad	127
Gráfico 4: Para medir la acidez y alcalinidad de los suelos.....	135
Gráfico 5: Composición química elemental de las muestras de arcilla de cada veta.	151
Gráfico 6: Gráfico ternario de correlación de arcillas y material industrial	154
Gráfico 7: Analisis textural de Arena, Limo y Arcilla.....	156
Gráfico 8 Determinación de la Humedad	159
Gráfico 9: Determinación de Fosfatos	160
Gráfico 10: Determinación de la conductividad electrica en unidades de micro siemen/centímetro (uS/cm).	160
Gráfico 11: Determinación de la conductividad electrica expresados en unidades de Milimhos/centímetro (mmh/cm).	161
Gráfico 12: Determinación de carbonatos	162
Gráfico 13: Determinación de pH.....	162
Gráfico 14: Determinación de Hierro	163
Gráfico 15: Análisis textural	164
Gráfico 16: Materia prima relacionada a fragmentos cerámicos.	171
Gráfico 17: Similitud de arcillas y cerámicas.	172
Gráfico 18: Similitud de arcillas y cerámicas	172
Gráfico 19: Similitud de arcillas y cerámicas.	172
Gráfico 20: Similitud de arcillas y cerámicas.	173
Gráfico 21: Similitud de arcillas y cerámicas.	173
Gráfico 22: Similitud de arcillas y cerámicas	173
Gráfico 23: Características químicas de las 5 vetas de arcillas identificadas en la zona de estudio.	178
Gráfico 24: Composición de elementos químicos por porcentajes (%).....	179
Gráfico 25: Porcentaje de procedencia de las cerámicas	183

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en el valle de Amaybamba, también conocida como la cuenca del río Lucumayo, en el sector sur de la provincia de La Convención. Esta cuenca nace en las alturas del “Abra de Málaga”, como resultados de posibles deshielos, el cual es observable con mayor nitidez, desde el lugar arqueológico de Alfamayu, donde comienza a entrelazarse con diferentes riachuelos a lo largo del recorrido de la zona, hasta llegar a la localidad de Santa María, donde el río Lucumayo se convierte en un afluente del río Vilcanota (Ver fig. N° 2).

Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia & Tintaya (1999), describen el valle de Amaybamba, iniciándose por un desplazamiento que va formando un callejón alargado con una orientación de este (E) a oeste (O) (pág. 30).

Así, la cuenca del río Lucumayo, está conformada por terrenos con relieves moderados hasta los accidentados, además de secciones rocosas y eriazos, y una cantidad significativa de pastos naturales, resaltando, dos zonas bien diferenciadas: un fondo de valle que nace de la desembocadura del río Lucumayo en el río Vilcanota, formando secciones llanas y aterrazamientos fluviales en ambas márgenes, y las pendientes moderadas ubicadas en la parte media y media superior de la elevación, donde son observables relieves naturales aterrazados. (Carlotto, Cardenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, 1999).

Conforme a Valencia (2016), inmerso en el Programa de investigaciones arqueológicas, prospección y excavación en el valle de Amaybamba, determina que, en todo el paso de valle se ubican diversos sitios arqueológicos, entre ellos:

- Inkatambo
- Wamanmarka
- Umasbamba
- Capillayoq
- Choq'ello
- Yanayacu
- Triunfo
- Q'ochapata
- Inkatambo Alto

Por otro lado, el diagnóstico y línea de base del distrito de Huayopata (2011), identifica los siguientes poblados, ubicados en esta misma zona:

- Alfamayu
- Las flores
- Inkatambo
- Pistipata
- Wamanmarka
- Sicre
- Huyro
- Chonta
- Huayopata
- Amaybamba

Tesis: Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

En la siguiente imagen, se verifica una vista panorámica del Valle del Amaybamba y/o Lucumayo desde el Sitio Arqueológico de Alfamayu;

Tesis: Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

Figura 1: Vista del Valle del Amaybamba y/o Lucumayo desde el Sitio Arqueológico de Alfamayu; se resalta la abundante vegetación y el recorrido del río Lucumayo.



Fuente: Elaboración propia. Fotografía: M. Paredes

1.1.1 ALTITUD

Según Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia & Tintaya (1999), la cuenca, materia de observación y estudio, presenta dos puntos referenciales de altitud. La primera, teniendo como referencia el sitio arqueológico de Alfamayu, se ubica en una altitud de 2 700 m.s.n.m. y la segunda, que corresponde a la localidad de Santa María, se ubica en una altitud de 1 100 m.s.n.m.; lugar donde el río Lucumayo pasa a ser un afluente del río Vilcanota. Por consiguiente, se diría que el declive de la cuenca va de los 1 100 m.s.n.m. hacia los 2 700 m.s.n.m. con un rango de 1 600 metros de diferencia, entre los puntos referenciales que comienza en la base y concluye en la cabecera de la cuenca.

1.2 ZONIFICACIÓN DEL VALLE DE LUCUMAYO Y/O AMAYBAMBA

El sistema de zonificación se ha definido bajo los criterios descritos por el proyecto TEACHING AND PROJECTS ABROAD (2015); quienes, con el propósito de ejecutar prospecciones en toda el área del valle del Amaybamba y/o Lucumayo, zonificaron en tres zonas importantes, considerando la ubicación geográfica y la existencia de riachuelos tributarios que confluyen y a la vez alimentan el río Lucumayo, denominándolos como zonas (A, B y C). (Ver plano N° 02 en anexos).

Zona A.- Comprende el área, entre las poblaciones y comunidades de Santa María y Pistipata, con un área de 17,545.0290 hectáreas,

Zona B.- Comprende el área entre Pistipata, y la comunidad de Alfamayu, con un área de 20,203.0773 hectáreas.

Zona C.- Comprende el área, entre Alfamayu, y el paso del abra Málaga, con un área de 18,478.4816 hectáreas.

Considerando esta zonificación para el valle del Amaybamba y/o Lucumayo, realizada por el Proyecto TAPA (2015), se ha considerado para la presente investigación, la misma delimitación.

Tabla 1: División del valle del Amaybamba

ÁREA DE PROSPECCIÓN	
Zonas	Hectáreas
Zona A	17545.0290
Zona B	20203.0773
Zona C	18478.4816
Total	56226.5879

1.3 UBICACIÓN DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OCHAPATA

1.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Valencia (2016), refiere que el sitio arqueológico de Q'ochapata se ubica en la zona A, y se emplaza geográficamente entre la cuchilla y ladera del cerro del mismo nombre, y la cabecera del riachuelo Yurakmayo (Ver plano N° 05, 06 en anexos). Dicho riachuelo es cauce tributario del río Lucumayo por la margen izquierda.

En cuanto al punto de ubicación del indicado sitio arqueológico, se tienen las siguientes referencias:

- Geo referencia UTM (Punto de referencia WGS 84): Este: 0761952.00 18-L, Norte: 8557312.00 18-L, Altitud: 2,186.35 a 2400 msnm.
- Área : 135.11 Has. (1'351,145.09 m.), Perímetro: 6,349.63 m.l.

- Encontrándose, a unos 6 Km. (en línea recta), al Sur-Oeste de la Plaza de Armas del poblado de Huyro, capital del Distrito de Huayopata. Localidad ubicada en el Km. 155 de la carretera Cusco-Quillabamba (Projects Abroad Perú 2012).
- Sector: Q'ochapata
- Distrito: Huayopata
- Provincia: La Convención
- Departamento : Cusco

1.3.1.1 Vías de Acceso

Para arribar a la zona, se toma la vía asfaltada Cusco- Quillabamba hasta la localidad de Huyro, capital del distrito de Huayopata, provincia de La Convención (a 155 Km de la ciudad del Cusco). El tiempo estimado de viaje es de cuatro a cinco horas, dependiendo del tipo de transporte (sea bus interprovincial o autos). Llegado a la localidad de Huyro, se toma el desvío en dirección a los centros poblados de Iyape y San Pablo, localidades del distrito de Huayopata, ubicados a 5 y 10 Km de distancia de la capital de distrito, respectivamente. En el recorrido, se cruza el río Lucumayo (margen derecha) y la quebrada de Tunkimayo, para luego tomar el ramal del lado izquierdo que conduce hasta la parte alta de la quebrada de Yuraqmayo. donde se ubica exactamente el sitio Arqueológico de Q'ochapata (Ver plano N° 08 en anexos).

1.3.1.2 Limites

Geográficamente, el sitio arqueológico de Q'ochapata limita de la siguiente manera:

- Por el Norte: Con el río Lucumayo.
- Por el Sur: Con el sector rural Pasto Grande.
- Por el Este: Con la quebrada alta de Tunkimayo.
- Por el Oeste: con el río Vilcanota

1.4 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El sitio arqueológico de Q'ochapata se emplaza en la subcuenca hidrográfica del río Lucumayo, la cual discurre desde las alturas del nevado Bonanta hasta su confluencia con el río Vilcanota. El sitio mencionado lleva el nombre de la elevación que domina la parte inferior del valle considerando los cerros adyacentes.

Segun Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia &Tintaya (1996), describen que la zona de estudio se encuentra en el piso de “ceja de selva”, el cual le otorga una configuración accidentada por la presencia de riachuelos, quebradas, escorrentías que discurren transversalmente al cause principal, generando erosión constante y temporización de suelos además de afloramientos rocosos, formando depósitos coluviales y aluviales, donde se acumula una considerable cantidad de sedimentos cuya matriz son limos y arcilla con agregados materiales que se verifican desde enormes rocas hasta arena fina. (pág. 97).

Este contexto geológico puede explicarse en fenómenos naturales durante el periodo cuaternario, que dieron lugar a la formación de terrazas aluviónicas en la parte media e inferior de ambos márgenes, los que permitieron la generación de vetas de arcilla, dando lugar a la identificación y registro en el presente trabajo de investigación. Las exploraciones arqueológicas y geológicas hechas en la zona de estudio, permitieron identificar la presencia de formaciones geológicas de arcilla en el lugar indicado.

1.5 ECOLOGÍA DE LA ZONA

1.5.1 CLIMA

Haciendo seguimiento de la clasificación climática determinada por el SENAMHI (1998), se define que, en la zona de investigación se identifican cuatro zonas climáticas importantes, y la municipalidad distrital de Huayopata, (2018) ha dividido los climas en el lugar, de la siguiente manera:

- La zona de clima semicálido muy lluvioso (218.44 km²), con precipitaciones lluviosas durante el año, presentando humedad relativa calificada como “muy húmeda”.
- La zona de clima templado muy lluvioso (201.18 km²), con precipitaciones abundantes durante todas las estaciones del año, con humedad relativa.
- La zona de clima semi-frigido lluvioso (0.08 km²), con deficientes lluvias en otoño e invierno calificada como húmeda.

(Municipalidad distrital de Huayopata, 2018).

En relación a la zona de estudio, se presentan diversas variaciones micro climáticas que va influenciar de alguna forma en la producción de cerámica. puesto que, en los meses de lluvia probablemente hubo una escasa explotación de arcilla en comparación con los meses de sequía, en el que las condiciones climáticas resultan ser mejores, y permite extraer la arcilla para producir cerámica en mayor cantidad. En la actualidad, se ha podido comprobar mediante la observación de producción de bloques y ladrillos que realizan en la zona, que dicha actividad ocurre con mayor frecuencia durante los meses de sequía.

1.5.2 PRECIPITACIÓN

Según la municipalidad distrital de Huayopata (2018), la precipitación fluvial anual presenta un promedio de 1,508 mm, siendo que, aproximadamente el 80% de estas precipitaciones ocurren entre los meses de noviembre hacia marzo. El periodo lluvioso, se ha verificado entre los meses de diciembre a abril, y el pico más alto de intensidad lluviosa, ocurre entre los meses de febrero a marzo. Según mediciones meteorológicas, en los últimos años se ha incrementado la intensidad de las precipitaciones, así como el periodo de horas de lluvia (pág. 18).

1.5.3 TEMPERATURA

La municipalidad distrital de Huayopata (2018), emite información al respecto, según los cuales la temperatura media anual es de 20.4 °C en la zona de selva norte y selva central oriental. En cuanto a las temperaturas mínimas, éstas son mayores y oscilan entre los 12 °C y los 24 °C, evidenciando un mayor rango de distribución temporal. La temperatura más alta se verifica en el mes de septiembre, la cual alcanza un promedio de 28.5° C.

En este caso, el tema de la temperatura resulta ser un factor determinante en la conservación de la cerámica. Pues, en el caso del sitio arqueológico de Q'ochapata, la cerámica se hallaba en mal estado de conservación por diversos factores, entre ellos, la humedad de la zona que resulta perjudicial para estudios acerca de iconografía, la temperatura actual cuya explicación obedece también al cambio climático que venimos experimentando planetariamente, lo cual hace muy variable el clima.

1.5.4 RECURSOS HÍDRICOS

En el ámbito geopolítico del distrito de Huayopata, existen lagunas, manantiales, riachuelos y ríos; algunos de ellos como resultado de los deshielos de nevados como el Verónica (Wakaqwillki) y el Bonanta.

Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia & Tintaya (1999), mencionan que el río más importante es el Lucumayo; que nace en los deshielos del nevado de La Verónica (Wakaywillka) a 5 000 m.s.n.m. formando la cuenca hídrica principal que atraviesa de sureste a noroeste, desplazándose longitudinalmente por el distrito de Huayopata. Los afluyentes importantes del río Lucumayo son:

- Hacia la margen derecha: el Chuyamayo, el Chontamayo, el Huamanmarka, Inkatambo, Catlatayoc, Huamanpata o Conchamayo, el Pistipata y el Blanco.
- Hacia la margen Izquierda: el Sihuaymarca, el Santa Rosa, Pistipata y Curcur. También se ubica la quebrada del riachuelo Yuraqmayo (Condormayo) y Tunquimayo (Ver plano N° 04 en anexos).

Dichos afluyentes han estructurado importantes micro cuencas aluviales de importancia en el recorrido de estos ríos, los cuales, a su vez, han ido formando en el transcurrir del tiempo, una serie de capas de arcilla y sedimentos de arena, y a su vez, originados por el arrastre de materiales propicios por los ríos citados. El resultado de este fenómeno natural, permite la utilización de arcilla de calidad en la producción de cerámicos por los habitantes de la zona.

1.5.5 ZONAS DE VIDA

Carlotto, Gil, Cárdenas, Cháves (1996) y Projects Abroad (2012), refieren que los contrastes climáticos, pluviales y temperaturas relativas estacionales en el distrito de Huayopata, se clasifican en ocho zonas de vida, de las cuales, cuatro de ellas son identificables en la zona de estudio (Ver fig. N° 12), verificándose características climatológicas propias, siendo este un factor potencial para la producción y diversificación agrícola, que incluye desde cultivos tropicales (entre ellos, los frutales, el café, el té, la coca, entre otros), hasta los cultivos alto andinos.

Dichos datos han sido útiles en el presente estudio para identificar las diversas zonas de vida existentes en el lugar, lo cual ha permitido desarrollar un estudio más detallado y específico en el tema de las vetas de arcilla. Así, en el área de estudio se pueden identificar las siguientes zonas de vida:

- **Bosque seco subtropical (bs-S):** Según la municipalidad distrital de Huayopata & Abroad Projects, (2012), el lugar está considerada como zona de transición hacia el bosque húmedo subtropical. En el valle del Lucumayo, se extiende desde los 1 000 hasta los 2 000 m.s.n.m. Presenta una morfología entre ondulada hacia empinada. La biotemperatura media anual máxima, es de 24° C y la mínima, de 18° C. El promedio máximo de precipitación, es de 1 000 mm, y la mínima de 500 mm. Se ubica a lo largo del río Huayopata, entre los límites del distrito con el poblado de Huayopata-Rodeo. Entre estas alturas promedio, se ha logrado localizar tres vetas de arcilla.
- **Bosque húmedo subtropical (bh-S):** Según la municipalidad distrital de Huayopata & Abroad Projects (2012), corresponde a las partes baja y media de los valles del Vilcanota y del Lucumayo, en el cuadrángulo del del Urubamba. Su altitud se ubica entre los 500 y los 2 000 m.s.n.m. la temperatura media anual alcanza una máxima de 24°C y una mínima de 18° C. El promedio anual de precipitación alcanza una máxima de 2 000 mm y una mínima, de 1 000 mm. El bosque se extiende desde el sector de Wamanmarka, hasta una proximidad de encuentro entre los ríos del Vilcanota y el Lucumayu. En esta zona, se localizaron tres vetas de arcilla.

- **Bosque Húmedo montano bajo sub tropical (bh-MBS):** Este lugar se ubica entre las partes media y alta de los valles del Vilcanota y el Lucumayu, esto es, en el cuadrángulo del Urubamba, entre los 1 800 y los 3 000 m.s.n.m. La temperatura anual alcanza una máxima de 24°C y una mínima de 18°C. El promedio anual de lluvias es de 2000 mm. Y la mínima de 1000 mm. Se extiende desde el sector denominado Alfamayo, hasta la localidad de Wamanmarka, abarcando las alturas del sitio arqueológico de Q'ochapata que está ubicado a 2 500 m.s.n.m. En el sector, se localizan dos vetas de arcilla. (Municipalidad Distrital de Huayopata & Abroad Projects, 2012).
- **Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS):** Este lugar ocupa las partes media y alta de los valles del Vilcanota y el Lucumayo, con una altitud que va de los 1 900 hacia los 3 200 m.s.n.m. aproximadamente. La biotemperatura media anual es de 18°C y la mínima de 12°C. El nivel máximo de precipitación anual es de 4000 mm. y la mínima, de 2000 mm. (Municipalidad Distrital de Huayopata & Abroad Projects, 2012).

Se extiende desde el sector de Inka Tambo hasta el sitio arqueológico de Alfamayu, aproximadamente. Abarca las partes altas del sitio arqueológico de Q'ochapata, donde se localizaron dos vetas de arcilla.

1.6 GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Respecto a la geomorfología y geología, que fueron componentes importantes en el presente trabajo de investigación, se ha tomado en cuenta diversos trabajos realizados en la zona de estudio, entre ellos, los de Carlotto, Gil, Cárdenas, Chávez, Marocco & García (1996), el Gobierno Regional del Cusco (2012), el INGEMMET (2019) y Juarez

& Gomez (2019), de tal manera que fue de bastante ayuda para referir, identificar y entender las diferentes formaciones geológicas ocurridas en el valle del Amaybamba. De esa forma, se ha podido establecer una relación entre la presencia y ubicación de vetas de arcilla y la producción de cerámica.

Por tanto, siendo el objeto de estudio la identificación de vetas de arcilla en el lugar, los cuales fueron utilizadas para la fabricación de cerámica en el sitio arqueológico de Q'ochapata, se ha logrado relacionar los análisis fisicoquímicos de vetas de arcilla y las muestras de cerámica halladas en excavaciones arqueológicas realizadas en el sitio de Q'ochapata. (Ver plano N° 03 en anexos).

1.6.1 GEOMORFOLOGÍA

Segun Juarez & Gomez, (2019) la zona de valle del Amaybamba y/o Lucumayo, está conformada geomorfológicamente por montañas en roca sedimentaria, colinas y lomadas en rocas sedimentarias e intrusivas, una vertiente coluvio-deluviales y terrazas aluviales (pág. 5). Siendo así la configuración geográfica del lugar, ha sido necesaria la descripción de las siguiente montañas:

1.6.1.1 Montañas en roca sedimentaria

Para Juarez & Gomez, (2019). Estas corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias afectadas por diferentes procesos tectónicos y erosivos conformadas por rocas de tipos cuarcitas, meta areniscas grises intercaladas con esquistos, filitas en estratos gruesos a medianos.

1.6.1.2 Montañas en roca intrusivas

Juarez & Gomez, (2019) sugieren que estas montañas en la zona de estudio se presentan en forma de batolitos, y están ubicadas al sureste del cuadrángulo de Quillabamba, y conformadas por las montañas del macizo de

Mezapelada por el este, y por el oeste al batolito de Machupichu, constituyendo montañas de relieve abrupto, de cimas alargadas y laderas de pendientes empinadas, ramificadas en las quebradas de Calquina, Ipal, Sicre, Aputinya y Huayopata. Estas montañas corresponden a diversos afloramientos de rocas intrusivas afectadas por procesos tectónicos y erosivos conformados por rocas de tipo granito y granodiorita.

1.6.1.3 Montañas en rocas metamórficas

Segun INGEMMET (2019). Este tipo de montañas afloran al extremo noroeste cubriendo gran parte el distrito de Huayopata, constituyendo laderas de pendientes moderadas a empinadas con algunas cimas subredondeadas hacia agudas, resaltando estas características en las quebradas de Tunquimayo, Santa Rosa, Kuntur, Mamac, Yanamanchi y panticalle.

Segun Juarez & Gomez (2019) estas montañas Corresponden a afloramientos de rocas metamórficas afectadas por procesos tectónicos erosivos, y conformados por rocas de tipo pizarras gris con contenido de pirita y limonitas intercaladas (pág. 6)

1.6.2 GEOLOGÍA

Según Carlotto, Cárdenas, & Chávez (1996), la geología del valle del Amaybamba y/o Lucumayo está conformada básicamente con rocas del Paleozoico inferior, de naturaleza metamórfica e intrusiva, además de verificar la presencia de depósitos cuaternarios. Por lo cual, se ha tomado en consideración dichas formaciones geológicas que permita comprender y orientar una relación comprensiva con el tema de estudio, teniendo en cuenta los diversos trabajos geológicos realizados en la zona de estudio (Ver plano N° 03 en anexos).

1.6.2.1 Paleozoico Inferior

En el recorrido de esta era se han generado diversas formaciones geológicas. Así, según Carlotto (1999), la zona de estudio conserva la presencia de tres escalas temporales geológicas (Cámbrico, ordovícico, intrusivos permotriásicos y depósitos superficiales) y a la vez estas comprenden diversas formaciones citadas a continuación:

- **Formación Ollantaytambo: Cámbrico (CaOi-o/e,p):** Según Carlotto (1999) y (1996), esta formación aflora al noroeste de la cuenca alta del valle del Amaybamba, y está comprendida por conglomerados, pizarras, esquistos, micas, cuarzo, cuarcitas, metavolcánicos verdes, niveles de mármol, esquistos cerecitas, pizarras, limonitas grises, cerecitas carbonosas y filitas grises metavolcánicas.
- **Formación Malaga: Cámbrico (Oi-m/p,e) y (Oi-m/cu):** Teniendo como referencia los estudios de Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya (1999), respecto a esta formación se identifican dos grupos, uno que está conformado por pizarras y esquistos, y el otro conformado por cuarcitas, del mismo modo y principalmente, por rocas sedimentarias, cuarcitas, metaareniscas grises intercalados con esquistos, filitas de estratos gruesos a medianos, areniscas de color verdosa con estratificación laminar y filitas en estratos gruesos a medianos.

Según INGEMMET (2019), en la presente zona de estudio, estas formaciones afloran en la parte media a lo largo del recorrido del río Lucumayo y la quebrada del Chaquimayo. Estas se encuentran

moderadamente meteorizadas y se les califica como medianamente fracturadas, también consideradas como roca de calidad geotécnica regular (pág. 14). Esta formación guarda mucha importancia en la zona de estudio porque se puede observar en todo el valle del Amaybamba y/o Lucumayo.

En relación al tema de estudio sobre las vetas de arcilla, este insumo es el resultado de erosiones de rocas que, con el transcurrir del tiempo van formando capas de arcilla a lo largo del río o en determinadas zonas donde se acumulan mayor cantidad de material. En la presente investigación, tres vetas de arcilla están localizados en la parte baja, a la margen derecha del río Lucumayo, estos sedimentos pudieron ser utilizados como desgrasantes en la cerámica debido a la presencia de cuarzos, feldespatos, micas, pizarras, riolitas y andesitas.

- **Formación Veronica: Ordovícico (Oi-v):** Según INGEMMET (2019), afloran principalmente a los alrededores del nevado Verónica extendiéndose hacia el este, pasando por la carretera Ollantaytambo – Abra de Malaga; (al oeste se halla truncada por el batolito de Machupicchu). En versión de Carlotto, Gil, Cárdenas, & Chávez (1996), están constituidos por conglomerados de composición cuarcita de formas redondeadas, con matriz arenosa y meta volcánicas gris verdoso a rojizo.
- **Formación San José : Ordovícico (Om-sj):** Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, (1999). describen que esta formación se halla en discordancia superior de la Formación Verónica. Aflora en el abra de Málaga, extendiéndose hasta el río Patakancha y a la

margen derecha de la sub cuenca del Lucumayu. Están compuestas por pizarras, esquistos grises, verdes y negros, micaesquistos, cuarcitas, metafilitas, cuarzo y lutitas bandeadas.

Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, (1999). indican a la su vez que se expande hacia el norte del Abra Málaga, donde se registran tres secuencias definidas: una secuencia inferior (350 m.) y que están conformadas por cuarcitas finas, rojizas verdes y grises, seguidas por pizarras micáceas y esquistos, de estaurolita de color verde o negro, terminando en cuarcitas grises intercaladas con pizarras. La secuencia intermedia (450m), se caracteriza por presentar niveles de areniscas finas de color claro, que pasan gradualmente a niveles de lutitas negras o filitas (400m). Así mismo, se verifica la presencia de pizarras grises con contenidos de pirita y limonita, presencia de graptolites.

- **Grupo Mitu: Intrusivos permo triásicos (PsTi-qm/gr,gd), (PsTi-sr/gr) y (PsTi-ma/gr):** Los autores Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, (1999) refieren que en este conglomerado, se encuentran; el grupo Quellotuno, Santa Rosa y Machupicchu, que a la vez están conformados generalmente por granitos y graniodioritas. Tanto el grupo Quelloto así como Santa Rosa, están ubicados a la margen derecha del valle del Amaybamba, y el Grupo Machupicchu está ubicada al otro extremo de este.

El nombre 'mitu' fue creado por Mclaughlinen (1924), porque en quechua significa 'lodo', 'aluvión'. De acuerdo a los lugares, se presentan en proporciones variables, tres unidades litológicas:

conglomerados, areniscas y volcánicos hipabisales que cortan caprichosamente los diversos niveles y afloran en forma desordenada. Los conglomerados contienen andesitas, riolitas, a menudo calizas gris azuladas, incluyendo guijarros de granitos, arenas de cuarzos, ortoclasas y minerales pesados (zircón y esfena) (Carlotto, Cardenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, 1999).

- **Depósitos fluvioglaciares: Depositos superficiales (Qh-fc):** Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya, (1999). Los depósitos fluvio glaciares, se han formado por erosión de los depósitos morrénicos y del sustrato constituido por rocas pre cuaternario. Se trata de conos aluviales que descienden de las paredes laterales de los valles, constituyendo terrazas que rellenan los fondos de los valles y los depósitos de quebradas que a su vez están compuestas por gravas sub redondeadas, arenas gruesas, arcillas y limos. La zona de estudio, muestra huellas superficiales de los movimientos glaciares, en la quebrada del río Lucumayo, yurakmayo y la cuchilla alargada del cerro Q'ochapata, que serían accidentes (depresiones y estriamientos en las rocas superiores superficiales), producidos por la acción geotéctonica, a pesar de que se encuentra a una altura menor y por estar cercana a la sub cuenca del río Lucumayo. Los nevados de Bonanta y Verónica pertenecientes a la zona cordillerana del cuadrángulo de Urubamba, son los testigos originales de la formación de los depósitos, modelando una amplia área al desplazarse hacia las partes bajas del valle del amaybamba.

Desde la erosión de los depósitos morrénicos formados en los glaciares alrededor de los nevados de la Verónica y el Bonanta, se van a formar aterrazamientos escalonados, en las vertientes y las quebradas como el Yuraqmayo, Chuyamayo, Huayopata, Chontamayo, entre otros, donde se van acumulando sedimentos que descienden precisamente por las paredes laterales, principalmente en periodos pluviales, acumulándose cerca de las riberas del río Lucumayu y están en constante movimiento formando depósitos de arcillas y limos acompañadas de piedras pequeñas y arenas gruesas constituyendo posibles vetas de arcilla para la producción de cerámica en el valle del Amaybamba.

- **Depósitos aluviales: (Q-al):** INGEMMET (2019). En el valle del río Lucumayo se ha identificado depósitos aluviales que están conformados por grandes bloques de granitos cuarcitas, rocas volcánicas, etc.; cubiertos por una matriz areno- arcillosa, que, en la mayoría de los casos, posiblemente sean acumulaciones de huaycos anteriores conformando así grandes terrazas aluviales en ambos márgenes del río Lucumayo.

Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya (1999). La parte alta y media del cauce del río Lucumayo hasta la confluencia con el río Vilcanota, se puede observar las playas y/o las márgenes con cantos rodados, de distintos diámetros, así como residuos de erosiones constantes en los depósitos aluviales, junto a arenas gruesas y finas, observándose en ellas, una gran cantidad de minerales de la formación San José. De igual forma en Las

quebradas del Yurakmayo (Condormayo), Chontamayo, Huayopata, Chuyamayo, etc. al igual que otros conos de deyección del área erosionan a los materiales sueltos acumulados en sus márgenes, conformando sedimentos de gravas de diámetro variable sub redondeados o sub angulosos, en una matriz de arena, limo y arcilla, como producto de los deslizamientos constantes en la zona de estudio.

- **Depósitos Fluviales: (Q-f):** Carlotto, Cárdenas, Romero, Valdivia, & Tintaya (1999) mencionan que el cauce del río Lucumayu se caracteriza por la presencia de bloques de gravas, arenas y limos de formas redondeadas a sub redondeadas que son transportadas por el cauce del río. Estos se concentran en el fondo de los valles, particularmente en el río Lucumayo que posteriormente acaban en el río Vilcanota-Urubamba. A lo largo de dicha cuenca se pudo ubicar materiales de gravas y arenas, aterrazadas. Producidos generalmente por inundaciones o incremento del caudal de los ríos en periodos de lluvia, quedando la matriz arcillosa en la parte superior, por lo tanto, con el tiempo forma depósitos estratificados. Dentro de la zona de investigación, se ubican desde el fondo del valle del cauce principal hasta las partes media de las elevaciones de ambas márgenes.

Considerándose, los aportes sedimentarios de las quebradas y conos de deyección de todos los riachuelos tributarios del río Lucumayo como son: Chuyamayo, Chontamayo, Huamanmarka, Inkatambo, Catlatayoc, Huamanpata o Conchamayo, Pistipata y Blanco, Sihuaymarca, Santa Rosa, Pistipata y Curcur, Yuraqmayo

(Condormayo), y Tunquimayo, identificadas como una quebrada en formación.

1.7 MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE CERÁMICA

1.7.1 ARCILLA

Heras & Martínez (1992), mencionan que la arcilla es el material más importante para el proceso de manufactura de la cerámica. Su definición es la siguiente:

“Material plástico coloidal que se deriva de la descomposición y erosión de ciertas rocas primarias y cuyos componentes químicos esenciales son sílice, alúmina y agua. Frecuentemente tienen cantidades considerables de hierro, álcalis y tierras alcalinas”.

Los tres grupos más importantes de minerales arcillosos son: caolín (arcillas de mejor calidad, silicato de aluminio hidratado); montmorillonita (descomposición de cenizas volcánicas, silicato de aluminio hidratado, donde la parte de aluminio es reemplazada por otro ion, generalmente de magnesio); illita (minerales arcillosos micáceos, silicatos de aluminio hidratados con magnesio, hierro y potasio). Estos minerales empapados en agua se convierten en una pasta flexible con cierto grado de plasticidad y cohesión.

Figura 2: Veta de arcilla ubicado en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2017.

Se debe tener en cuenta que, en algunos casos, la arcilla ya viene con plasticidad, pero en otras la arcilla está seca, por consiguiente, se necesita agregarle agua para obtener nuevamente su plasticidad.

Orton (1993), menciona que las arcillas pueden ser de dos clases, según su origen: estáticas y sedimentarias. Las estáticas están formadas por la descomposición de rocas en el mismo lugar de su formación, las cuales suelen ser más puras, pero menos plásticas; las sedimentarias, se forman mediante procesos sedimentarios por la acción del viento, del agua o de fenómenos peri glaciares, y suelen ser más finas y plásticas.

Manrique (2001), divide en dos a las arcillas:

- Las arcillas residuales o primarias, que comprende a las arcillas originadas en el mismo lugar y posición de la roca madre de la cual forma parte.

- Las arcillas secundarias, que son aquellas arcillas que presentan alto contenido de impurezas en su composición debido a que su formación no se realiza 'in situ', sino que es arrastrada y trasladada a distancias significativas del lugar originario.

Específicamente y teniendo como base estas clasificaciones, se ha podido definir los tipos de arcilla a los que pertenecen las vetas halladas en la zona de estudio; siendo éstas las arcillas residuales primarias y las estáticas.

1.7.2 DESGRASANTES

También conocido como temperantes, antiplásticos o aditivos. Estas arcillas son de mucha importancia en la elaboración de cerámicos, puesto que cumple la función de darle resistencia en crudo y que la cerámica al momento de secar o coccionarse, no sufra rajaduras. Es decir, permite desgrasar la arcilla.

Shepard (1968), menciona que son los elementos antiplásticos, como rocas molidas, arena, vegetales que contrabalancean el efecto del encogimiento de la pasta cuando se evapora el agua contenida en la pasta.

Según Orton, Tyers & Vince (1997), indican que la presencia de antiplásticos en la cerámica puede proceder de dos fuentes diferentes:

- Material no plástico de la misma veta de arcilla. En el caso de las arcillas primarias, los antiplásticos constituyen los fragmentos de roca en proceso de transformación. Y en las arcillas secundarias los antiplásticos son los diferentes materiales que se incorporan durante el arrastre.
- Materiales no plásticos añadidos por el ceramista de forma intencional; En este caso los materiales añadidos son diferentes a los componentes

de la arcilla por lo que es posible distinguirlos, aunque existan medios por los cuales se incluyan antiplásticos de forma intencional, como elementos que puedan existir en el agua utilizada o en los elementos de la superficie donde se elabora la cerámica.

El agregado de antiplástico artificiales según Cremonte & Bugliani, (2006-2009) es una práctica común entre los alfareros antiguos. Puede ser rápidamente identificado en los siguientes casos:

a) Tiesto molido o “chamote”: Estas inclusiones pueden ser reconocidas por el color, la composición mineralógica o textura y los bordes angulosos o sub angulosos (no deben ser confundidos con los nódulos o granos de arcilla seca ferruginosa. Pueden ser de la misma naturaleza de la pasta cerámica o corresponder a una cerámica diferente.

b) Material orgánico: Identificado por la presencia de una porosidad anormalmente elevada, por sus grandes tamaños y/o por relictos de materia orgánica, que se presenta a menudo como sustancia negra carbonosa.

c) Forma de los fragmentos: Los fragmentos angulosos de bordes agudos a menudo, indican que se empleó material molido. Pero algunas arcillas presentan también granos de cuarzo pequeños de formas angulosas. Esto debido a que, una distancia de recorrido corto, no permite el redondeamiento de los granos. Esto se debe a que una distancia de transporte corta no permite el redondeamiento de los granos.

d) Granulometría: La presencia de dos poblaciones de tamaños es también una indicación de que las partículas más grandes fueron agregadas artificialmente.

Los desgrasantes tanto de la misma veta de arcilla como el añadido por el ceramista de manera intencional se pueden distinguir por la morfología de los granos antiplásticos y la naturaleza de los mismos; los antiplásticos pueden ser de origen mineral, vegetal y animal.

- **Mineral:** Está compuesto por arena (sílice), cuarzo, piedras, etc. En algunos casos también se utiliza cerámica cocida molida, el cual se le llama chamote.
- **Vegetal:** Está compuesto por raíces, semillas o algas.
- **Animal:** Compuesto por huesos fragmentados y concha molida.

Se podría decir que, los desgrasantes o mordientes son muy importantes para la fabricación de la cerámica, debido a que le da una consistencia impermeable y dura. En la época inca, trasladaron ceramistas hacia nuevas áreas en calidad de mitimaes con el fin de hacer cerámica. Estos probablemente utilizaron las materias primas de origen local halladas en la nueva área.

En el caso de la cerámica del sitio arqueológico de Q'ochapata se puede evidenciar tanto macroscópica como microscópica, y en los cuatro tipos, la presencia de antiplásticos.

1.7.3 AGUA

Para Orton, Tyers y Vince (1997), es de vital importancia, la mezcla de arcilla con agua, el cual da lugar a que la arcilla sea maleable, que se pueda moldear y cocer. Se tiene conocimiento de que algunas arcillas se encuentran secas y necesariamente requieren de bastante agua. Además, se incorporan a la arcilla sales solubles disueltas en agua.

En el caso de la zona de estudio, y por su naturaleza, la arcilla es húmeda, y se encuentra abundante agua que procede tanto de manantes, así como de los ríos y riachuelos de la zona.

1.7.4 MATERIAS PARA LA DECORACIÓN

En el caso de la decoración por pintado, se distingue dos tipos de materia:

- 1.- Los pigmentos, que son de origen vegetal.
- 2.- Los óxidos, que son de origen mineral.

1.7.5 COMBUSTIBLE

Existen diversos tipos de combustibles compuestos por materiales de origen vegetal (madera y arbusto) y también de procedencia animal. Estos materiales son útiles para eliminar el exceso de humedad de la pasta de cerámica, hasta adquirir una dureza consistente.

1.8 COMPONENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS ARCILLAS

1.8.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ARCILLA

Básicamente las propiedades físicas que hacen de la arcilla un material apto para la elaboración de objetos de cerámica, son:

- Plasticidad
- Porosidad
- Vitrificable

Plasticidad

Manrique (2001) menciona que esta propiedad es la que le permite a las arcillas convertirse en material maleable al momento de ser mezcladas o unidas con el agua, por tanto, que sea capaz de resistir una permanente deformación sin llegar a sufrir cambios considerables en su volumen y en la elasticidad.

Porosidad

Manrique (2001) argumenta que esta propiedad, es la que permite el paso de los fluidos y gases a través de los poros (huecos intermoleculares) de todo el cuerpo, siendo tal, posible debido a la capilaridad. La porosidad se determina por el porcentaje del volumen total (radio) de los espacios entre los poros abiertos y cerrados.

Para Ravines (1989), la porosidad permite que cualquier cerámica seque uniformemente, con lo que se evita la rajaduras o deformaciones del objeto. Esta propiedad depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico tras la cocción, siendo más porosas las arcillas cocidas a bajas temperaturas y menos porosas las arcillas cocidas a temperaturas altas.

Vitrificable

Para Manrique (2001), mediante esta propiedad la arcilla puede adquirir una apariencia vítrea compacta al entrar en fusión completa con el fundente, tornándose dura, impermeable y resistente al calor. El grado de vitrificación depende del uso al que se destine el producto. El exceso de calor produce hundimiento.

Se debe tomar en cuenta si la plasticidad es demasiado elevada (arcilla grasa); pues, durante la elaboración del producto puede tender a aflojarse o, como mínimo, a fisurarse durante el secado y la cochura. Si, por el contrario, la plasticidad es escasa (por ejemplo, por exceso de arena) la fabricación se hará difícil y el secado será rápido, dañando indefectiblemente el producto (ibíd.).

Si la arcilla es poco plástica, el único remedio es corregirla mezclándola o sustituyéndola por otras arcillas mejores, mientras que, si es demasiado grasa

se puede intervenir con el añadido de productos llamados desgrasantes (materiales inertes no hidratables, y por tanto no plásticos), por ejemplo, los desgrasantes típicos son la cerámica triturada (chamote), la arena o la roca triturada (ibíd. 96).

Se debe tomar en cuenta estos aspectos que son muy importantes para la presente investigación, siendo uno de los objetivos identificar que vetas de arcilla son aptas para el uso en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata. Así, el conocimiento de los diferentes tipos o clases de materias primas permitirá realizar una caracterización tanto de la cerámica, la arcilla y los desgrasantes, para luego compararlos. Otros datos importantes proceden de la etnografía debido a que, por medio de los pobladores con conocimiento y dominio de la zona, se puede dar con la ubicación de vetas de arcilla. De igual modo, se aconseja un conocimiento adecuado del aspecto geológico de la zona.

Arnold (1994). Refiere que, en primer lugar, la preparación de la pasta debe ser entendida como una adaptación de las materias primas locales a una tecnología particular de manufactura.

Este aspecto resulta ser muy importante, debido a que permite comprender que los alfareros, debían adaptarse a las materias primas halladas en el lugar. En caso de la zona de estudio se pudo ubicar cinco vetas de arcilla, de los cuales, una vez realizados los respectivos análisis, se llegó a determinar que tres vetas de arcilla, pudieron ser utilizadas para la fabricación de cerámica en el sitio arqueológico de Q'ochapata. Es de precisar que dichas arcillas presentan todas las características físicas antes mencionadas.

1.8.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

Las propiedades químicas de la arcilla son muy importantes puesto que, según la composición de la misma, se tendrá una variada coloración de estas arcillas, los cuales, resulta de mucha importancia para definir si la arcilla es apta o no para la elaboración de la cerámica. En el presente trabajo de investigación, se pone énfasis en este aspecto, y se hicieron diferentes análisis como el de la fluorescencia de rayos x.

Ravines, (1989) refiere que, en la arcilla, además de la alúmina, la sílice y el agua, se encuentran óxidos como el hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso y titanio que, durante su cocción se combinan con la sílice, y una vez evaporada el agua, forman óxidos y silicatos anhídridos. Esto contribuye a darle a la cerámica una estructura vitrificada y consistente que cuando está bien cocido endurece hasta lograr un sonido metálico.

En la presente investigación, los resultados de los diversos análisis de las muestras de arcilla en la zona, ha permitido identificar la presencia de elementos químicos tales como el silicio (Si), el aluminio (Al), el potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), titanio (Ti), calcio (Ca), magnesio (Mg), fosforo (P), y el cinc (Zn).

En cuanto a la identificación de metales refractarios, se ha logrado diferenciar la presencia de algunos elementos químicos como el itrio (Y), el circonio (Zr), y el niobio (Nb).

CAPITULO II.

ANTECEDENTES DE ESTUDIO.

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS FISICOQUÍMICOS EN LA ZONA DE INVESTIGACIÓN REFERIDO A CERÁMICA.

Con relación a los antecedentes de estudios fisicoquímicos en el sitio arqueológico de Q'ochapata, solo se tiene hasta la fecha el siguiente estudio:

Valencia (2016). TEACHING AND PROJECTS ABROAD (TAPA) “Programa de Investigaciones Arqueológicas: prospección y excavación en el valle de Amaybamba” realizado por el Proyecto de Investigación Arqueológica, con Resolución Directoral N° 308-2012-DGPC-VMPCIC/MC. En dicho informe se realiza una clasificación de la cerámica, para cuyo trabajo de laboratorio, se recurrió al análisis macroscópico, microscópico, petrográfico y análisis por fluorescencia de rayos x.

En las Excavaciones Arqueológicas ejecutadas por el proyecto TAPA en los años 2012, 2013 y 2014, se halló gran cantidad de cerámica fragmentada en los recintos intervenidos de los tres sectores (I, II, III), sirviendo el material encontrado como fuente de hipótesis para tentar una cronología relativa, particularizando una ocupación del periodo Intermedio Tardío y el Horizonte Tardío. Es decir, el material cerámico al que se le clasificó en el orden estilístico y morfológico, fue tratado en gabinete propio, el año 2015.

Respecto a la cerámica, se añadió el análisis y clasificación del un total de 7749 fragmentos de cerámica obtenidas en las excavaciones arqueológicas, y de acuerdo a la pasta, se ha tomando en cuenta los aspectos de clasificación e identificación en cerámica de Orton et al. (1993), en el cual se identificaron cuatro tipos de ellas; TIPO I, TIPO II, TIPO III y TIPO

IV. Con los criterios siguientes: Textura, porosidad, color, fractura, desgrasantes, tipos, redondez, tamaño y densidad.

De igual forma, se tomó en cuenta el análisis granulométrico de las pastas para poder realizar la clasificación por grupos, de acuerdo a Cremonte y Bugliani (2006-2009, pág. 243). Los criterios fueron la granulometría fina, que están en un rango de (0,06 – 0,25 mm), granulometría media (> 0,25 mm – 0,50 mm), granulometría gruesa (> 0,50 mm – 2mm) y granulometría muy gruesa (> 2 mm).

En cuanto a los análisis por microscopía óptica en laminas pulidas, petrográficas, fisicoquímicos, y fluorescencia de rayos x, seleccionaron 21 fragmentos de cerámica representativos, del total de 7749 fragmentos de cerámica, los mismos que fueron sometidos a los análisis antes mencionados, obteniéndose resultados científicos que han sido de utilidad para realizar las comparaciones con las muestras de arcilla, obtenidas durante el trabajo de investigación.

El primer resultado evidencia que 19 fragmentos de cerámica presentan composición química muy similar, y dos fragmentos presentan una tendencia excluyente del grupo. Se trata de los fragmentos que también son distintos entre sí, estos son q7-4 y q7-3a.

Según la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (2016), las muestras de la de la unidad q6 y algunos otros fragmentos, (figuran con NA en el cuadro de análisis por microscopía óptica) se caracterizan por un mal proceso de cocción. Como indicadores de análisis se llegó a concluir que son materiales de dureza menor; por tanto, se desmoronan fácilmente y no soportan los procesos de abrasión necesarios para la elaboración de láminas pulidas y el posterior análisis por microscopía óptica.

La mayor parte de fragmentos analizados, tenían una condición de muy toscos, con inclusiones de tamaño grosero y procesos de cocción deficiente (temperaturas inferiores a 500°C) en atmósfera reductora.

Las inclusiones de los fragmentos que se pudieron analizar por microscopía óptica, son muy similares en color y tamaño, el rango de variación se encuentra dentro de granos de arena gruesa de 0.5 mm, hasta sábulos de más de 2mm.

En el análisis de los fragmentos de cerámica se halló los siguientes elementos químicos: silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), calcio (Ca) en mayores cantidades, hierro (Fe), manganeso (Mn), titanio (Ti), magnesio (Mg), fósforo (P), y cinc (Zn) en menores cantidades.

Por tanto, y conforme a los resultados de los análisis fisicoquímicos de las cerámicas (FRX, petrografía y filiación en fragmentos de cerámica utilizando el CPS en metales refractarios), se pudo reconocer que 19 fragmentos de cerámica tienen relación entre si y 2 fragmentos de cerámica, no tienen relación con estos y tampoco entre si; por consiguiente, probablemente existan cuatro diferentes arcillas para cada grupo.

CAPITULO III.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Hernández, Fernández, Baptista (2014) y Morvelí (2017) afirman que el problema de investigación consiste en proponer preguntas para definir exactamente el problema que el investigador debe resolver mediante el conocimiento sistemático, a partir de la observación y la descripción para, seguidamente explicar y predecir soluciones o consecuencias.

En esa línea, Valencia (2016) en el proyecto de Investigación Arqueológica “Programa de Investigaciones Arqueológicas: “prospección y excavación en el valle de Amaybamba” a cargo del proyecto TEACHING AND PROJECTS ABROAD (TAPA) entre los años 2012-2015 logran encontrar gran cantidad de fragmentos de cerámica en un total de 7749, y junto a ellos también se encontró piruros, morteros, mano de morteros líticos y pulidores de cerámica en líticos. Los resultados a los que se llegó con dicho investigación han hecho posible establecer la existencia de tres ocupaciones bien establecidas en el valle de Amaybamba.

La primera ocupación corresponde al Intermedio Tardío, caracterizado por estructuras circulares que ocupan esencialmente pequeñas aldeas, ubicados hacia las partes más altas del Valle de Amaybamba. La segunda ocupación corresponde a una época transicional entre el Intermedio Tardío y Horizonte Tardío, la cual se caracteriza por la presencia de cambios en las formas de sus edificaciones. La tercera ocupación pertenece, al establecimiento Inka en el Valle de Amaybamba, siendo su capital local el S. A. de

Wamanmarka y los sitios de Capillayoc, Yanayacu y Triunfo, siendo considerados como los poblados más importantes del Valle.

También mencionan que, en el valle de Amaybamba hubo una intensa dinámica comercial con grupos poblaciones de la sierra cusqueña, al parecer desde la anexión de los territorios de Vilcabamba y Amaybamba. Por ende, la cerámica hallada está relacionada al intermedio tardío y horizonte tardío, la cerámica producida por estos grupos poblacionales. Se clasifican en cuatro tipos (tipo I, II, III y IV).

Teniendo como soporte referencial dichos estudios previos, donde destacan las evidencias materiales muebles, especialmente cerámicos hallados en secuencias estratigráficas definidas, pulidores de cerámica, y por la existencia de ciertos vacíos con respecto al tema de vetas de arcilla y aplicación de métodos físicoquímicos en las arcillas, se plantea el presente tema de tesis titulado “Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco”, constituyendo una base de estudio preliminar para dar lugar a la formulación de la problemática, la cual es propuesta desde una perspectiva de la Arqueometría, como sustento principal en lo teórico y metodológico.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Qué vetas de arcilla se utilizaron en la producción alfarera prehispánica, en el sitio arqueológico de Q'ochapata?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Qué componentes físicoquímicos están presentes y caracterizan las vetas de arcilla del sitio arqueológico de Q'ochapata?

2. ¿Qué porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q'ochapata, procede de las vetas de arcillas de la zona de estudio?

3.3 VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN

Según Morvelí (2017), se entiende por variable al conjunto de datos (conceptos o categorías) que, relacionándose con otros, permite probar una sub-hipótesis o una parte de la hipótesis general.

En referencia ampliatoria y conceptual a las variables de una hipótesis científica, éstas son fijadas como atributos de las unidades de análisis que representan a los hechos factuales o formales que serán sometidas al proceso de investigación y determinadas por el investigador, a nivel de conjuntos, sub conjunto y datos de contrastación para la demostración-comprobación de las hipótesis, así como el logro de los objetivos de la investigación.

La variable de tratamiento principal en el presente estudio, está relacionada con el análisis de las arcillas y cerámicas del sitio arqueológico de Q'ochapata, representada por materia prima y fragmentos de cerámica, halladas en las excavaciones arqueológicas ejecutadas por el equipo Project Abroad, con el propósito de identificar y describir la composición físicoquímica, y como una forma de confirmar si estos guardan una relación entre sí, lo cual permitió determinar si las arcillas fueron o no, utilizadas para la producción de cerámica.

Los indicadores están relacionados con las características de consistencia y granulometría de los componentes minerales utilizados como inclusiones o mordientes de la matriz de arcilla con el que fueron fabricados. La similitud, respecto a la composición de los elementos químicos representativos y refractarios, además de los

aspectos morfológicos, decorativos y huellas de uso (hollín, sustancias orgánicas adheridas etc.), conforman la estructura de variables e hipótesis para llegar a comprender la manera de cómo fueron utilizados estos criterios y la producción alfarera en general, ocurrido en el grupo residencial de Q'ochapata. Mención complementaria se refiere a que estos restos hallados, están relacionados a verificaciones de estratigrafía, registrada en el sitio.

3.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente del estudio tiene que ver con las vetas de arcilla utilizadas en las cerámicas diagnosticadas, y que fueron halladas en excavaciones sistemáticas en el sitio arqueológico de Q'ochapata; es decir, la variable causal guarda relación con las muestras de arcillas seleccionadas, procedentes de cada veta identificada para su respectivo análisis, así como también, los fragmentos de cerámica analizados.

Se trata por consiguiente de un análisis realizado por un procedimiento analítico y comparativo, con orientación a resolver las características petrográficas, fisicoquímicas, cuyo resultado ha sido posible con la aplicación de técnicas de fluorescencia de rayos X.

3.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente, comprende la definición de las características fisicoquímicas de un conjunto de muestras seleccionadas en las vetas de arcillas identificadas en el lugar de estudio, además de las cerámicas analizadas, mediante el uso de técnicas de fluorescencia de rayos X y otros análisis fisicoquímicos para su contrastación entre estas tres sub-variables dependientes.

Han sido necesarios y muy útiles una cantidad de exámenes para comprobar si las arcillas locales registradas en el lugar del estudio, fueron utilizadas en la manufactura alfarera de la zona, cuando estaba siendo habitada por los pobladores de entonces; o en todo caso, habrían tenido una procedencia foránea, inclusive, una procedencia importada.

Tabla 2: Operacionalización de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	VALORACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Muestras de arcillas seleccionadas para el análisis Fragmentos de Cerámicas Analizados 	Características físicos de las muestras de arcillas y cerámicas	Coloración, humedad, textura, pH y conductividad eléctrica de las muestras de arcillas y pastas de cerámica	Análisis macroscópicas, microscópicas y fisicoquímicos
	Características químicas de las muestras de arcillas y las cerámicas	Presencia de elementos químicos en las muestras de arcillas y cerámicas analizadas	Análisis fisicoquímicos de fluorescencia de rayos X y graficos ternarios
	Características mineralógicas de las muestras de arcillas y de las cerámicas	Presencia de minerales en las muestras de arcilla y cerámica analizada	Análisis macroscópico, microscópico y análisis fisicoquímicos

Fuente: Elaboración propia.

3.4 JUSTIFICACIÓN Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Una primera limitación superada satisfactoriamente, ha sido que, según la revisión sistemática de estudios realizados en el valle de Amaybamba o Lucumayo, no se hallaron antecedentes de investigación sobre vetas de arcillas; sin embargo, solo se

podieron hallar resultados de trabajos de prospecciones y excavaciones arqueológicas sistemáticas, con la finalidad, más bien, de identificar, registrar y definir una filiación cronológica de los asentamientos humanos prehispánicos existentes en dicha cuenca, así como también, el tipo de arquitectura y las evidencias culturales asociadas a dicha arquitectura y grupos culturales.

De otro lado, se destaca en este contexto, las clasificaciones estilísticas de cerámicas realizadas paralelamente, incluyendo estudios preliminares sobre las pastas utilizadas en la manufactura alfarera y el análisis fisicoquímico realizado en las muestras de cerámica, halladas en el sitio arqueológico de Q'ochapata. Esa sería la base material del tema de tesis propuesto.

Con estos precedentes, se justifica la presente investigación porque se realiza con el propósito de conocer las propiedades fisicoquímicas de las arcillas pertenecientes a las vetas identificadas en dicho lugar, además de haber logrado determinar la procedencia de la cerámica prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata, a partir de una caracterización fisicoquímica y comparación entre las vetas de arcillas y los tipos de cerámica, analizados en diferentes laboratorios.

Incrementa la justificación del estudio el argumento científico de contribuir, resolver o descartar el asunto de procedencia de la cerámica en dicho sitio arqueológico; por tanto, abordamos el tema de las “vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata” con el propósito mayor de contribuir con el conocimiento arqueológico.

Los indicados resultados ayudan a determinar y resolver la inquietud científica sobre la existencia de una proficua labor de producción local de cerámica, que hoy en día, constituye un tema de preocupación científica vigente para resolver la identificación,

descripción y absolución científica y arqueológica de ciertos aspectos pertenecientes al pasado enriquecedor de nuestra cultura prehispánica.

Los argumentos que justifican complementariamente el presente estudio, están de igual relacionados con acciones metodológicas complementarias que se explican en la descripción y precisión respecto a la ubicación de la zona de estudio; en este caso, en ceja de selva norte, respecto a la ciudad del Cusco, espacio geográfico que está condicionado por una geografía accidentada debido a la presencia de quebradas, escorrentías, riachuelos, entre otras formaciones geográficas y morfológicas, la mayoría cubiertas por una densa vegetación que dificultan las prospecciones de superficie, ejecutadas.

Por otra parte, se han verificado escasos trabajos fisicoquímicos de arcillas y pastas utilizadas en cadenas productivas alfareras prehispánicas, tanto a nivel local como a nivel nacional; así mismo, la constatación de escasos trabajos referidos a cerámica en la zona de estudio.

Una dificultad superada en el proceso de realización el presente estudio, han sido los elevados costos en el proceso de análisis realizados en laboratorios de nuestro medio. La dificultad, además de lo financiero, se explica básicamente en la ausencia de convenios específicos que auspicien costos y la provisión de recursos para el desarrollo de este tipo de investigación.

3.5 OBJETIVOS

3.5.1 OBJETIVO GENERAL

1.- Identificar las vetas de arcilla que fueron utilizados en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata.

3.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.- Identificar los componentes fisicoquímicos presentes que caracterizan las vetas de arcilla por medio de Fluorescencia de rayos x.

2.- Determinar el porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q'ochapata que son procedentes de la vetas de arcilla de la zona de estudio.

3.6 HIPÓTESIS

3.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los estudios prospectivos, analíticos y experimentales, de las muestras de arcillas y cerámicas, ayudaran a poder confirmar la existencia de vetas de arcilla que, posiblemente fueron utilizados para la manufactura de alfarería prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata, identificando preliminarmente cinco depósitos adyacentes al sitio de estudio, en los cuales llamó la atención, la producción de blockers y ladrillos en la actualidad, según prospecciones previas realizadas en la zona de estudio. Por otra parte, al desarrollar una revisión de investigaciones previas, especialmente la realizada por el proyecto TAPA, se hallaron elementos líticos que, bien pudieron haber sido utilizados como moldeadores de la cerámica para darles un acabado final. Dichas observaciones preliminares nos ayudaron a plantearnos una hipótesis apriori que, permitió conjeturar la posibilidad de existencia en la zona, de una eficiente producción

alfarera local con vetas de arcilla local. Es decir se conjetura la posibilidad de haber sido utilizado vetas de arcilla ubicadas en la zona.

3.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

1. los análisis fisicoquímicos en las muestras de arcilla, ayudarán a identificar la presencia de ciertos elementos fisicoquímicos en cada una de las muestras procedentes de las vetas de arcillas, los cuales a su vez permitirán caracterizar cada veta de arcilla.

2. Los datos de descripción y porcentaje de cerámicas procedentes de las vetas de arcillas identificadas en la zona, ayudarán a determinar, precisar y dar un nivel científico y válido sobre la procedencia de la cerámica mediante porcentajes, para luego y conforme a los resultados de los 21 fragmentos analizados de cerámica, realizar análisis complementarios de comparación y correlación con las muestras de arcillas halladas en la zona de estudio.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 BASE TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández, Fernández, & Baptista (2006), afirman que la base teórica de todo proyecto de investigación, es el soporte y sustentación teórica en los cuales se basa o se enmarca toda investigación.

La realización del siguiente trabajo relacionado con la identificación de las vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata – La Convención – Cusco, parte de la arqueometría como base teórica, específicamente, en lo que se refiere a la caracterización fisicoquímica.

Se conoce la arqueología como una ciencia interdisciplinaria porque recurre a otras ciencias y/o disciplinas que la auxilian en su comprensión, descripción o explicación de fenómenos de estudio, tales como la física, la química, las ciencias naturales, la biología, la estadística, la geología, la economía, entre otras. La competencia de dichas ciencias es acogida para resolver conjuntamente ciertas interrogantes planteadas, siendo uno de ellos, para citar como ejemplo, el presente estudio, además de relacionarse con experiencias temáticas similares y delimitadas en ciertas conceptualizaciones que se describen a continuación.

4.1.1 ARQUEOMETRÍA

Hasta antes de la aparición de la Arqueometría como disciplina científica, en el mundo, los trabajos respecto a cerámicas solo estaban centrados en caracterizar estilos, formas y decoraciones alfareras. En tiempos actuales y con su incursión

científica y aplicada, se dinamiza el interés, así como el énfasis para realizar estudios relacionados con la procedencia y la fabricación de objetos cerámicos a través de estudios especializados, mineralógicos y fisicoquímicos, lo cual permite comprender aspectos como la caracterización química y mineralógica, tanto de arcillas, así como de las pastas cerámicas. Es por ende el interés del presente tema de estudio “VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA PREHISPÁNICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OCHAPATA – LA CONVENCIÓN – CUSCO”.

Mommsen, (2004), afirma que el uso de diversas técnicas como la difracción de Rayos X (DRX) y fluorescencia de Rayos X (FRX), marcan un avance científico confiable para determinar la procedencia del material, concibiendo aleatoriamente un patrón composicional resultante, lo cual la hace tan característico, similar a una huella digital y probablemente, único en el mundo.

Esta ‘huella digital química’, eventualmente se puede asignar a un lugar de producción y determinar la procedencia. En nuestro caso, y con la aplicación del análisis fisicoquímico, así como el análisis de fluorescencia de rayos X, mediante un procedimiento de conteo por segundo (CPS) de metales refractarios, o también el de transición como el Itrio (Y), Zirconio (Zr) y Niobio (Nb), se han definido las características como la resistencia a altas temperaturas de cocción y de desgaste.

Arnold (1993), hace mención a tener muy en cuenta que, la preparación de la pasta debe ser entendida como una adaptación de las materias primas locales a una tecnología particular de manufactura. Partiendo de esta idea, se debería tener en consideración la utilización de materiales de la zona para una eventual producción local de cerámica. De otro lado, menciona que, una de las premisas importantes a

tener en cuenta para definir procedencias, es verificar si las materias primas son de origen local exento de comercialización a largas distancias.

Glascock (2004), hace mención a la posibilidad de un consenso creciente en Norteamérica y Europa sobre el análisis químico como método para estudiar la procedencia material, mientras que el análisis mineralógico se considera de importancia complementaria y forma parte de un enfoque integral, útil para subdividir los grupos definidos por composición química o para comprender mejor las razones, a veces ignoradas, de la separación química detectada en las muestras. Siendo premisas estas ideas, el presente estudio ha sido enfocado en estos análisis fisicoquímicos.

Tite (2001), menciona la necesidad de tener en cuenta que, el primer paso del alfarero es la obtención de materias primas en general. De allí su mayor preocupación en la selección y procesamiento de arcillas, sea obtener las propiedades físicas apropiadas en un propósito de balanceo adecuado entre la plasticidad y la contracción de la pasta. Por tanto, según esta consideración, el alfarero debería tener un conocimiento tradicional adecuado, para diferenciar la calidad de la arcilla antes de su selección y uso.

Smith (1982), hace referencia de que, para muchos investigadores, la Arqueometría es una disciplina científica y para otros, solamente una técnica correspondiente a la arqueología. Sea como fuera, su aparición se concretiza en la década de los 50, correspondiente al siglo XX pasado. Esta percepción le resta importancia a la Arqueometría como herramienta metodológica, debido a dicho planteamiento inicial basado en el análisis fisicoquímico con exclusión de otras disciplinas, generando de esa forma una limitante en el empleo del término.

Respecto a los análisis minerológicos, Ghezzi (2011) refiere que los análisis minerológicos están más centrados en las inclusiones de la pasta, mientras que el análisis químico analiza la pasta en conjunto, tanto en relación al componente de las arcillas, así como de las inclusiones. Es decir, según este enfoque, los análisis químicos serían determinantes para definir su procedencia. En relación al presente estudio, la inclinación va más por el análisis químico, por lo cual se fueron evaluando diferentes componentes químicos presentes tanto en la arcilla así como en la cerámica, para complementar con los análisis correspondientes a las filiaciones, comparaciones y correlaciones.

En cuanto al análisis de las arcillas cochuradas, se concidera los argumentos de Druc (1996) quien hace mención a un aspecto importante sobre los materiales apropiados de referencia; es decir, los residuos de materia prima y los descartes de producción, siendo en este caso las arcillas cochuradas y otros halladas en el contexto geográfico de las excavaciones arqueológicas. Con esta referencia, se tuvo sustento más valido, siendo el estudio de caso más adecuado para el análisis por fluorescencia de rayos X a las muestras de arcillas coccionadas, los cuales se encontraron en las excavaciones arqueológicas de Q'ochapata.

Montero, García & López (2007), mencionan que la consolidación metodológica se fue mejorando con los años, principalmente cuando fue incluido en Congresos Internacionales, abriendo espacio para la sección de Biomateriales aunque con predominio de análisis especializados en su vertiente antracológicos y arqueozoológicos.

Desde entonces, el avance teórico metodológico ha experimentado el interés de este campo a nivel internacional, contribuyendo al planteamiento de problemas y temas de investigación arqueológica previamente estaban

considerados como ‘difíciles de tratar’ (por ejemplo cuando la exigencia era la correlación entre clasificaciones morfológicas y tecnológicas, grupos y tradiciones tecnológicas, procesos de elaboración y manipulación), o simplemente como ‘temas intratables’ (entre ellos el intercambio, procedencia y aprovisionamiento de materias primas, residuos y contenidos, diagnóstico funcional, etc.), bajo el sustento de una complejidad temática, el abordaje solamente desde una especialidad, y la falta de asistencia de otras ciencias para su resolución.

Segun Taylor (1982). En la Arqueometría, son aceptados los campos de acción siguientes: 1. Datación; 2. Análisis físico-químicos de materiales, incluyendo tecnología, origen y uso de los mismos; 3. Estudios paleoambientales; 4. Prospección geofísica y teledetección espacial; y, 5. Métodos matemáticos y estadísticos. En tal sentido, el estudio de caso propuesto, sustenta valor científico con validez científica, soporte teórico y diseño metodológico.

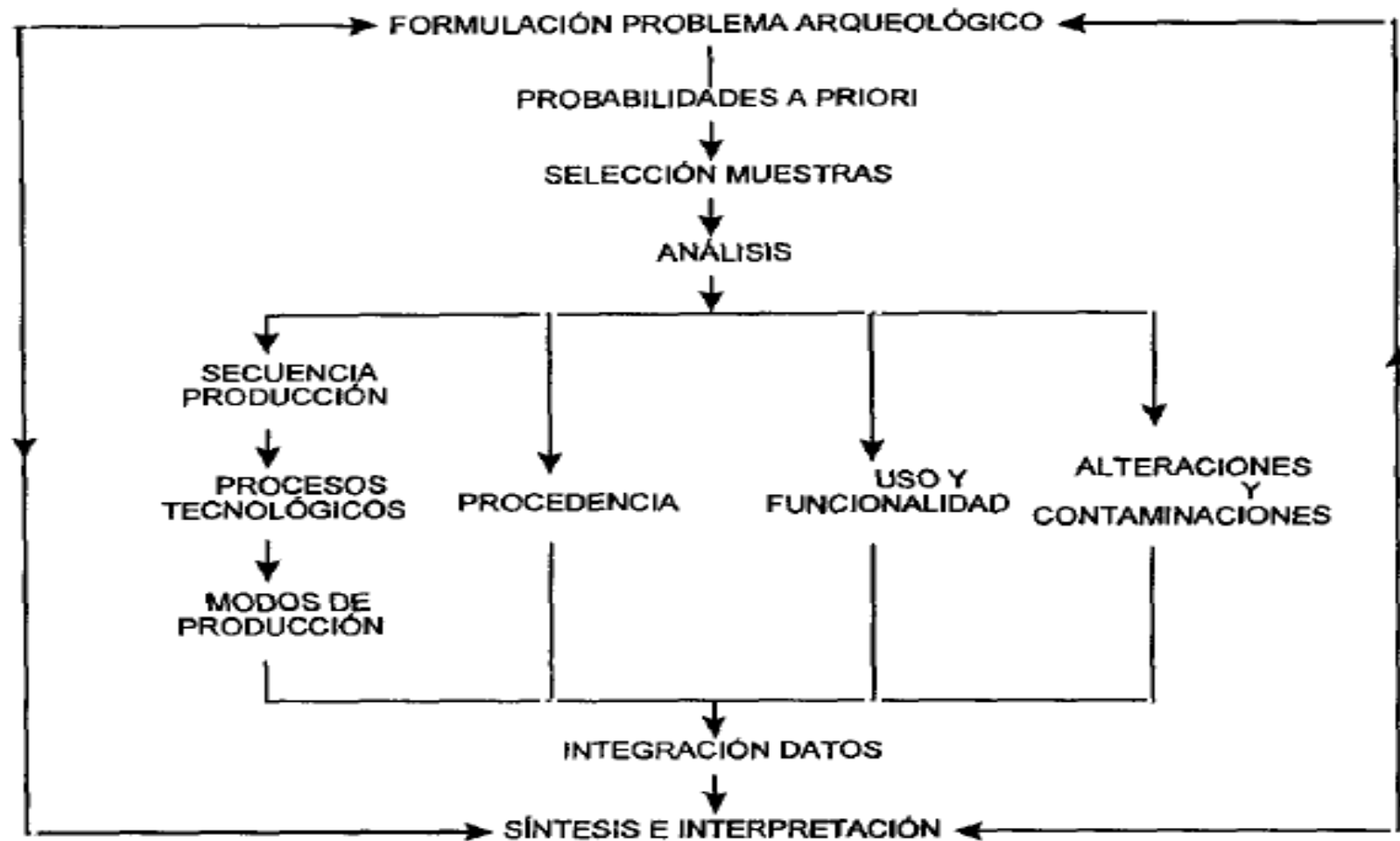
En resumen, el presente trabajo presenta evidencias de haberse abocado al campo del análisis fisicoquímico de materiales, entre ellas la arcilla principalmente, con cuyos datos se hace correlación por métodos fisicoquímicos con la cerámica. Es decir, se realiza una caracterización fisicoquímica de las arcillas y de los fragmentos de cerámica, para lo cual se toma en cuenta como sustento teórico el trabajo y modelo de García M. (1997) (ver gráfico N° 1) cuyo esquema de trabajo consiste en formular un problema, hipotetizar probabilidades a priori, seleccionar las muestras, analizar las muestras en su procedencia, interactuar datos y concluir en una síntesis e interpretación de la investigación.

Dicho modelo ha servido para enriquecer la practica arqueométrica en estudios desarrollados con éxito científico en la región andina y en la zona mesoamericana, estudios de los cuales se han extraído diversas recomendaciones formuladas en

estudios de caso similares, y en los cuales se fundamenta el diseño de investigación presente. Dicho modelo en el presente trabajo de investigación está asociado con el método hipotético – deductivo.

En la página siguiente un esquema representativo aplicado en la formulación del problema.

Gráfico 1: Modelo de trabajo Arqueométrico para la caracterización de cerámica y arcillas



Fuente: García Heras, 1997. Pág. 35

4.2 MARCO REFERENCIAL

Como marco referencial, se toma en cuenta informes de estudios en arcillas, aplicados en la elaboración de cerámica para lo cual se realizaron análisis fisicoquímicos y que fueron igualmente fuentes de consulta para el desarrollo de la presente tesis, para mantener alguna forma de lineamiento con el presente estudio.

Se ha consultado a Ruiz, Heras & Romero (2007), quienes refieren innovaciones en las últimas décadas en los estudios Arqueométricos, gracias al avance científico y tecnológico de países avanzados tecnológicamente, con énfasis especial en Estados Unidos y algunos países de Europa. En dichos procesos, se realizaron análisis microscópicos que han caracterizado los componentes fisicoquímicos de materiales culturales manufacturados con diferentes elementos (componentes óseos, metales, cerámicos, etc.) y el uso de diseños cuantitativos, cualitativos o mixtos, acompañados de resultados estadísticos que definen con exactitud los elementos macro y microscópicos de los objetos observados. Estos datos corroboran el diseño elegido en el presente estudio, desde la perspectiva de la arqueometría.

El presente trabajo parte de referencias sobre pastas de cerámica y materias primas que la componen. Estudios desarrollados también en nuestro medio, desde la década de los setenta del siglo XX, publicados a nivel internacional, nacional y local. Considerando en las referencias, siguiendo experiencias recogidas de estudios de caso, particularmente desarrollados en España, Centro América y Latinoamérica en esencia por las dificultades del uso de idiomas extranjeros en publicaciones especializadas.

Respecto a estudios realizados sobre vetas de arcilla, como materia básica asociada a otros mordientes para la manufactura de pastas específicamente prehispánicas, se ha logrado información proveniente del extranjero, y la razón es la escasez de investigaciones

en el contexto nacional, desde el siglo pasado, pero que hoy son considerados necesarios para analizar la procedencia de los recursos naturales en las sociedades del antiguo Perú.

En el caso del presente estudio, las referencias están relacionadas con los periodos ocupacionales del Intermedio Tardío y Horizonte Tardío. Despejando dudas sobre si la manufactura cerámica fue local o importada. Referencias seleccionadas siguiendo su importancia, en la elaboración y conducción del diseño metodológico y técnico de la investigación propuesta.

En cuanto a los trabajos de aplicación de estudios fisicoquímicos en el extranjero, se cuenta con diversos estudios de casos similares que son mencionados, al menos de los más trascendentes, seguido de menciones asociadas con experiencias relacionadas con nuestro país.

En el contexto internacional, se tiene el trabajo de García, González & Fernández (1966), quienes realizan el estudio titulado “arcillas cerámicas de Andalucía”, evaluando 16 muestras de arcilla procedentes de varios yacimientos situados en la región sur-oeste de la provincia de Córdoba y en un área de 400 km aproximadamente. Las técnicas empleadas en el trabajo de campo, fueron: el análisis químico, la capacidad de cambio, el análisis térmico diferencial y ponderal, los diagramas de difracción de rayos X, el análisis mecánico, el agua de moldeo, la plasticidad (Riecke), el secado a 25°C (diagramas de Bourry), la contracción por calcinación y la resistencia a la compresión. La conclusión lograda luego de desarrollar los exámenes de campo, definieron los componentes principales de las arcillas en muestra; estableciendo porcentajes y referencias estadísticas, además de facilitar la lectura de arcillas sedimentarias observadas, relacionando su origen y laborabilidad debido a su plasticidad, además de las contracciones por secado y las

características visibles alcanzadas en su cocción, demostrando así sus cualidades técnicas y económicas en la elaboración de productos alfareros, de preferencia.

Contreras, Ixquiac, Hernández & Campo (1998), forman un equipo multidisciplinario en la Universidad de San Carlos de Guatemala realizando un análisis multielemental, con el auxilio del método de fluorescencia de rayos X, de muestras arqueológicas y geológicas provenientes de distintas regiones del país con fines aplicativos para técnicas analíticas nucleares, tal como son la industria, agricultura, geología, ecología, control de calidad, entre otros. En cuanto a la arqueología, manifiestan: que las técnicas analíticas nucleares son utilizadas para determinar la composición elemental de las piezas y compararlas con la composición del suelo donde fueron halladas las piezas, determinando si la pieza fue realizada en esa región. Si los elementos de los dos (suelo y pieza arqueológica) no coinciden es de pensar que la pieza proviene de otra región. La información se considera útil para determinar posibles rutas de comercio entre diversas culturas. Manifestando sus bondades, porque es una técnica no destructiva sobre todo en análisis cualitativos, permite la reirradiación, es decir la muestra no emite radiación una vez terminado el examen, pudiéndose repetir en nuevos casos necesarios.

Bernal, Cabezas, Espitia, Mojica & Quintero (2003), presentan los resultados de un estudio orientado a calcular la composición mineralógica cuantitativa de ciertos minerales arcillosos simples e interestratificados, además de los minerales presentes en la muestra en base a datos obtenidos mediante análisis químico y difracción de rayos X, desarrollando una metodología práctica de fácil aplicación y verificando: que este sistema permite determinar la composición mineralógica cuantitativa aproximada de cierta materia prima, basado en el método clásico de cálculo que relaciona la composición química expresada en óxidos, con datos obtenidos por difracción de rayos X, cuando este

equipo no permite cuantificarlos o cuando no se cuenta con patrones apropiados para su validación.

Frente a la limitación, se diseñó un sistema de cálculo basado en los datos del análisis químico de las arcillas, complementados con resultados provenientes del análisis por difracción de rayos X, permitiendo determinar la composición cuantitativa de los minerales arcillosos y de los demás minerales presentes. Se obtuvo una mayor visualización y precisión en la verificación de distribuciones en los componentes observados durante el análisis de las muestras.

Domínguez, Espinoza, Rodríguez & Folan (2001), presentan resultados de los análisis por MEB-BV y DRX de cerámicas arqueológicas de Calakmul, Campeche (México) y de algunos sitios localizados en los alrededores, con la finalidad de comparar las características micro-estructurales y elementales de los tiestos cerámicos con resultados de análisis que evidencian los barros procedentes del propio Calakmul y la región aledaña. Así mismo, se verificó el origen de las materias primas empleadas en la producción y los procesos de manufactura por los artesanos Mayas, arribando a la conclusión siguiente: El alto grado de homogeneidad en la composición química de los barros y los tiestos cerámicos analizados, así como de las técnicas de manufactura y las formas que presentan las vasijas, son el reflejo de una producción especializada en general. Por el momento, no se puede definir aún el uso de materia prima específica para la producción de ciertos tipos de cerámica, en donde grupos de alfareros fueron concentrados para producir un determinado tipo de vasijas, como fue el caso de Tikal, Palenque o Lubaantun.

Se complementan estos análisis con estudios de simulación de manufactura en cerámica para definir con exactitud si las modificaciones que sufre la estructura original de la arcilla, mediante la inclusión de mordientes o la propia cocción, constituyen

indicadores válidos para corroborar una producción de cerámica local, asociándose de esa manera con la existencia de artesanos especializados en la manufactura de vasijas alfareras para diferentes usos, constituyendo prácticas tradicionales prehispánicas en la zona de estudio.

Ramírez, Y. (2012), analiza las características finales y las fases amorfas y cristalinas presentes en 18 muestras de arcilla, de composición química y mineralógica diferente, luego de haber sido cocidas a tres temperaturas diferentes (1050°C, 1100°C y 1150°C), con el fin de identificar la influencia de estas fases en las propiedades técnicas cerámicas. Realizando un conjunto de análisis técnicos de difracción de rayos X y caracterizar sus propiedades plásticas y de resistencia, además de mejorar los procesos productivos de manufactura alfarera y cerámica de pisos y revestimientos en la actualidad, con un procedimiento metodológico y técnico capaz de ser replicado en estudios arqueológicos de cerámica prehispánica, se concluyó que la espectrometría de fluorescencia de rayos X es una técnica de espectroscopia atómica basada en las transiciones de electrones de los átomos que se producen cuando una radiación electromagnética de cierta energía incide con el material en estudio, produciendo una excitación del átomo, el cual pasa de un estado basal a otro de mayor energía, resultando transiciones en diferentes estados energéticos en el átomo, los cuales son únicos para cada átomo en particular.

Este trabajo, permite una idea amplia y clara acerca de que cada muestra tiene una caracterización distinta, facilitando hallar similitudes o diferencias en las muestras. Los resultados pueden ser cuantificados debido a que la intensidad de los rayos X son directamente proporcionales a la concentración del elemento; es decir, cuánto más intensa es la emisión o fluorescencia, mayor es también la cantidad del elemento presente en las arcillas analizadas, resultando una curva diferencial estandarizada, con la que se realiza

comparaciones con otros elementos expuestos al mismo análisis. En lo práctico, se trató de un experimento similar al realizado en el presente estudio.

En el contexto nacional y respecto a sedimentos y al análisis de fluorescencia de rayos X, Chui, Miramira, Olivera & Jacay (2009), publican los resultados de un estudio de campo y laboratorio realizado con la finalidad de determinar la presencia de metales pesados en los sedimentos del río Chillón, utilizando la técnica de la fluorescencia de rayos X realizados en los laboratorios del IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear), cuantificando si son agentes de contaminación de sus aguas, y “utilizando 15 muestras de sedimentos recogidos en puntos diferentes y elegidos al azar”.

Las técnicas experimentales desarrolladas ha requerido la selección aleatoria y preparación de las muestras, incluyendo en el proceso la extracción de las mismas, las características de los sedimentos y la preparación necesaria para el análisis por la técnica de FRX, diferenciándose en la utilización de un tamiz de 200 mesh y la compresión mediante una prensa hidráulica para empastillarlos y proceder a su exposición por FRX. Esta experimentación se realizó en los laboratorios del IPEN, que cuenta con tecnología de punta respecto al estudio de sedimentos (limos, arcillas y gránulos de arenas de diferentes dimensiones). Los resultados conseguidos se califican de fiables por la tecnología nuclear utilizada y de amplio espectro, maquinaria de punta con la que no contamos en el medio local. El trabajo brinda pautas claras para realizar análisis de muestras de arcillas, aleatoriamente; es decir, tomando muestras de arcillas por cada veta.

Makowski & Menéndez (2013, Vol. 43, N° 2), realizan un análisis de Espectrometría de Masas por Ablación Láser, con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (LA- ICP-MS) de 600 fragmentos de cerámica del valle bajo, medio y alto de Lurín, y con 116 muestras de arcilla obtenidos en los valles del Chillón, Rímac, Lurín y

Chilca, procesando resultados mediante la estadística multivariante y el análisis espacial (SIG), con el propósito de correlacionar conjuntos de alfares y grupos estilísticos con las áreas de extracción de la materia prima. Obteniendo información sobre las relaciones entre la sierra y la costa durante el Horizonte Tardío, concretamente en territorio perteneciente a la cultura Ychsma. En ese entender, se debe citar que durante el siglo XX, se verificó la presencia de dos grupos de metodologías que permitieron contrastar de manera plausible las hipótesis arqueológicas acerca del origen de dos estilos: el análisis químico y el mineralógico.

Muchos investigadores prefieren utilizar ambas técnicas en sentido complementario, con el fin de establecer alfares por medio de una caracterización específica de las pastas. Sin embargo, se ha asumido a título de hipótesis, que la caracterización química puede ofrecer resultados relevantes acerca de la distribución geográfica de las áreas de procedencia de arcilla, sin que estos sean necesariamente confrontados con estudios petrográficos convencionales, sobre láminas delgadas. Es decir, para determinar la procedencia de las cerámicas, basta con analizar por medio de la fluorescencia de rayos X, puesto que este método es confiable y seguro, sin subestimar otros métodos de análisis que son considerados, complementarios.

Esta posición se refuerza mediante la interpretación de resultados obtenidos de una caracterización química para hipotetizar el postulado de procedencia, siguiendo a Bishop (1982), en el cual se refiere que es posible identificar las similitudes y diferencias entre las muestras de arcilla y vincularlas con las vetas de donde proviene la materia prima utilizada en la manufactura alfarera, además de las posibilidades de replicar el proceso de cocción para intentar metodologías comparativas y conjeturar si fueron manufacturadas en el medio local o fueron importadas de otros valles, en el caso de Lurín.

De esa manera, el trabajo ofrece apoyo y lineamientos para enfocarse en la comparación de las muestras de arcilla y las cerámicas analizadas, encontrar similitudes o diferencias, y determinar la procedencia de las arcillas.

Isabelle Druc, Kinya Inokuchi y Zhizhang Shen (2013), analizan arcillas, temperantes y suelos recolectados alrededor de la zona de estudio, mediante la técnica de la difracción de rayos X y la petrografía del sitio formativo ceremonial de Kunturwasi, para definir la composición y disponibilidad de la materia prima en la producción alfarera. Sobre este programa de análisis de pastas de cerámica manifiestan que, para el cumplimiento de objetivos se ha requerido obtener datos de referencia sobre la geología local, las posibilidades de producción a nivel local, la disponibilidad de arcillas, temperantes y las actuales prácticas de los alfareros tradicionales de la región. Para el hecho, se recolectaron muestras comparativas (arcillas, temperantes, cerámicas modernas, sedimentos y rocas), para el análisis con DRX y petrografía, además de llevar a cabo un estudio etnográfico sobre la tradición alfarera en la región.

El diseño de investigación consideró la revisión de datos arqueológicos, etnográficos, geológicos y de la cerámica en el contexto regional. Respecto a las muestras, se eligió ocho muestras de materia prima, más una muestra experimental de quema de arcilla, las cuales fueron seleccionadas en lugares cercanos a Kunturwasi y otras localidades cercanas. La técnica DRX fue complementaria al petrográfico y se utilizaron instrumentos difractómetros que permitieron un análisis rápido sin necesidad de reducción de la muestra, a polvo.

Los resultados fueron exitosos lográndose identificar arcillas similares a las pastas prehispánicas, las cuales también vienen siendo utilizadas por los artesanos locales, confirmando la procedencia y continuidad del uso de arcillas locales en la manufactura de

objetos alfareros. Este trabajo posibilita ciertas pautas para el desarrollo de la presente tesis, en especial por tomar en cuenta los aspectos geológicos de la zona para comprender la formación rocosa de esta. De igual forma hace referencias a la continuidad en el uso de arcillas en la zona para la producción de cerámica. Es analogía a dicha situación y, en el caso de la zona de estudio en la presente investigación, se verifica igualmente el caso; pues, se pudo apreciar durante el trabajo de campo realizado que, en la parte baja del valle de Amaybamba y/o Lucumayo, se continúa produciendo bloques y ladrillos.

Por el plano regional-local, concretamente la región del cusco, se revisó el trabajo de Calero & Fernández (2015), quienes realizan un análisis de pastas alfareras y arcillas; identificando las características minerales de las arcillas utilizadas así como las inclusiones de una cantidad de fragmentos seleccionados como muestra diagnóstica alfarera, los cuales fueron hallados en excavaciones sistemáticas en la localidad, las cuales fueron preparadas para el examen; verificando que, cuando se pica el primer fragmento, la pasta obtenida se usa como base comparativa con los demás fragmentos hasta identificar otra nueva pasta o variante de la pasta base, denotadas con letras mayúsculas después del número de la pasta base, por citar un ejemplo, #5C y sucesivamente, en cierto orden de proceso para la identificación, comparación, cuantificación y cualificación del material alfarero.

Procediendo con la prospección geológica en la zona de estudio, como fase complementaria del diseño, se identificó la procedencia de algunas pastas, evidenciando hipotéticamente una forma de relaciones sociales con otras zonas culturales adyacentes, mediante la localización de minas de arcilla próximas a la localidad de Sicuani, recolectando muestras de cada una de ellas. También se obtuvo muestras de arena en los

cursos de los ríos principales, así como en las cuencas y cursos secundarios tanto como micro cuencas. Complementariamente, se hizo una exploración de superficie en unos 10 km². alrededor del sitio de Chumo, recolectando rocas y minerales que fueron marcados en un mapa temático.

El procedimiento de laboratorio se inició con la división de cada muestra en dos partes. Una se conservó sin alteración y la otra fue puesta en un recipiente para ser remojada y disuelta en agua, separando así los elementos no plásticos precipitados al fondo del recipiente, lo que fueron lavados y preparados para su observación, con ayuda de un microscopio y estereoscopio. A la vez, y mediante gráficos temáticos, se diferenció la presencia de pastas presentes en la periferia del recinto, siguiendo parámetros estratigráficos definidos en las excavaciones arqueológicas ejecutadas, obteniendo mediante estudios comparativos, la posible procedencia de la materia prima (arcilla y arena) utilizadas como mordientes y relacionados a las pastas locales. Pero también, identificándose pastas foráneas pertenecientes a vetas de arcilla y aglutinantes situadas en la provincia de Paruro, Espinar, y a la región del altiplano, concretamente el distrito de Ayaviri, Puno.

De esta forma los trabajos mencionados ayudan a comprender, entender y plantear diferentes puntos de vista respecto al tema de estudio, y de esa manera poder desarrollar la presente tesis con el respaldo de la revisión teórica realizada y la metodología de campo que se describe a continuación.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Morveli, (2017), define al método como una forma de razonamiento a partir de los principios teóricos y, desde ellos, aproximarse para observar la realidad según indica la pauta del razonamiento. También se trata de la iniciativa de cómo se van a alcanzar los objetivos de una investigación, o bien, como un minucioso procedimiento para ordenar las actividades de campo.

4.3.1 MÉTODO HIPOTÉTICO – DEDUCTIVO

Boggio, (1991), sostiene que el método hipotético – deductivo resulta particularmente útil en la investigación arqueológica, por que se basa en dos criterios muy importantes que le otorgan un carácter científico, siendo estos la validez y confiabilidad. Por otro lado, se basa en dos componentes muy esenciales, que a la vez permiten manejar combinadamente lo conceptual y lo empírico, estos componentes son la lógica de razonamiento analítico (conceptual) y la lógica del procedimiento operativo (empírico).

Por tanto, en virtud a la propuesta de Boggio (1991), se infiere que este método se considera hipotético – deductivo porque opera una lógica deductiva – inductiva; es decir va en viceversa, de lo conceptual a lo empírico (deducción) y de lo empírico a lo conceptual (inducción). Así mismo, el método hipotético deductivo se sustenta en su base de razonamiento y explicación, en las hipótesis,

que se entiende como razonamientos a priori para contrastarlos con la realidad empírica) (pág. 9).

En la presente tesis, se aplica el método hipotético - deductivo por que se adecua más al trabajo de investigación; es decir, toma punto de partida en la observación del objeto de estudio, para luego plantear una hipótesis o conjunto de conceptos e ideas apriori, iniciando desde el momento que se realiza las prospecciones arqueológicas y geológicas en la zona de estudio, donde se identifican diversas vetas de arcilla. En seguida, se recolectan las muestras de arcillas para ser analizadas a partir de ensayos y experimentos en distintos laboratorios, mediante Fluorescencia de rayos X y análisis fisicoquímicos. Esta etapa sería la contrastación con la realidad empírica, de esta forma se procede a darle un valor científico, validez o falacidad a nuestra hipótesis. Finalmente, luego de la contrastación de los datos, se procedió a la conceptualización que ha permitido llegar a resultados válidos y confiables.

Un apunte adicional. Para el método hipotético – deductivo es requisito indispensable contrastar la hipótesis con la realidad a partir de experimentos y ensayos antes de llegar a una conclusión.

4.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Según los aportes de Hernández, Fernández, & Baptista (2014) Para la obtención de resultados se recurrió al enfoque mixto.

4.4.1 ENFOQUE MIXTO

El enfoque mixto, según Hernández, Fernández, & Baptista (2014), combina el enfoque cualitativo y cuantitativo, lo cual ha sido necesario conforme

los diferentes análisis realizados y según la forma de recolección de datos en el presente estudio.

El enfoque cualitativo, recoge información de la realidad luego de hacer contacto con ella, para lograr mejor entendimiento y comprensión de la realidad. En ese propósito, se recurrió a exploraciones en la zona de estudio, se hicieron averiguaciones con los pobladores de la zona sobre su conocimiento en cuanto a vetas de arcilla, además de la propia observación 'in situ'. Se hizo énfasis en la misión de comprender durante el proceso de estudio las características atributivas o valorativas de las variables del estudio.

En tal sentido, se recurrió a la aplicación de un diseño flexible durante el proceso descriptivo, analítico e interpretativo, con perspectiva cultural, que involucre el análisis y comprensión del proceso de manufactura alfarera en el sitio de Q'ochapata, durante el periodo del Intermedio Tardío y el Horizonte Tardío, en este caso, de las muestras de arcillas procedentes de vetas diversas.

Así mismo, centramos los temas significativos de investigación en el proceso de las actuaciones prospectivas, recojo y selección de las muestras. Mediante este enfoque se centró los temas significativos de la investigación durante todo el proceso de las actuaciones prospectivas, recojo y selección de las muestras de arcillas a ser analizadas. Se puso atención en las similitudes y diferencias entre ellas, tanto como también orientar los resultados con otros resultados de estudios, haciendo comparaciones y datos asimilados con otras experiencias o estudios de casos.

Este diseño analítico e interpretativo para abordar el proceso de la manufactura alfarera, definiendo el uso de materiales locales (en nuestro caso la

arcilla), e intentar hipotéticamente contextualizarlas al sitio arqueológico de Q'ochapata para advertir y corroborar si fueron usadas las vetas de arcillas a nivel local o diferenciarlas de otras pastas cerámicas provenientes de vasijas importadas de otros lugares, por intercambio particularmente, durante los periodos tardíos prehispánicos.

El enfoque cuantitativo tiene carácter interpretativo de los datos recolectados. El estudio de la presente tesis “Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata - La Convención – Cusco”, se basa también en este enfoque, debido a que el proceso es secuencial y probatorio siguiendo un orden riguroso para delimitarlo adecuadamente, porque del dato arqueológico obtenido se derivan los objetivos y preguntas de investigación partiendo de la revisión de las referencias temáticas de donde parte la construcción del marco teórico estableciendo también las hipótesis y variables de la problemática planteada.

El diseño establece un proceso, partiendo de un estudio previo realizado en el análisis de pastas provenientes del sitio arqueológico de Q'ochapata (TAPA, 2013- 2015), para delimitar la caracterización de las vetas de arcilla utilizadas en la manufactura de objetos alfareros prehispánicos en el lugar.

Basados en acciones prospectivas de superficie, para identificar las posibles vetas en la zona delimitada, el recojo y selección de las muestras de arcillas y su respectivo análisis en laboratorios, utilizando principalmente análisis fisicoquímicos (FRX) y obtener los resultados estadísticos sobre los cuales se sustentan en la discusión y conclusiones del informe de la tesis, señalado como estudio de caso.

4.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.5.1 EXPERIMENTAL

Hernandez, Fernadez & Baptista (2014), define que el termino experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias... la esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados.

La necesidad del estudio se orienta mediante análisis cuantitativos y cualitativos de la muestra diagnostica especificada en 5 tipos de arcillas obtenidas en la vetas identificadas en la zona de estudio, posibilitando su manipulación en laboratorios especializados fisicoquímicos, donde se realizan los respectivos análisis concernientes a establecer las características de las arcillas en cuanto a su composición mineralógica, química y física, mediante la exposición de FRX.

En los resultados obtenidos se configuran los porcentajes estadísticos de cada uno de los componentes mencionados, estableciéndose las singularidades, similitudes y diferencias de la muestra lográndose manipular la variable independiente, mediante la observación macroscópica y microscópica de las variables dependientes, configurándose todo un procedimiento técnico sugeridos para estudio de casos similares. Generalizándose de esta forma, si estas tienen alguna clase de variación o no, principalmente al momento de usar reactivos químicos y advertir cambios estructurales los cuales son los resultados de los análisis focalizados en distinguir si son arcillas locales utilizadas en la manufactura y producción de objetos alfareros utilizados en la preparación y consumo de alimentos en el sitio arqueológico de Q'ochapata particularmente.

4.6 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

4.6.1 DESCRIPTIVO

Segun Morveli (2017), mencionan que con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

El diseño de investigación, reúne las sugerencias y recomendaciones de estudio de casos para organizar las mediciones cuantitativas del objeto de estudio, es decir se inicia con la descripción geográfica y geológica de las vetas de arcilla, la selección de las muestras para su respectivo análisis posterior.

Centrándose en la caracterización geoquímica de las mismas, posibilitando obtener resultados válidos para el estudio planteado al contener los datos estadísticos sobre la cual se sustentan las hipótesis y conclusiones temáticas.

4.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

4.7.1 TÉCNICAS

4.7.1.1 Observación

Vélez & Cerdeño (1997), citado en Morvelí (2017), hace referencia a que la observación científica requiere inevitablemente de habilidades específicas mayores que la simple observación del mundo circundante. Por eso se le define como la selección, provocación, registro y codificación de un conjunto de comportamientos de los individuos en un medio natural.

Se ha especificado el componente de exploraciones de superficies como la unidad básica del diseño de investigación, tendiente a identificar las posibles vetas de arcillas asociadas geográfica y geológicamente al sitio Arqueológico

de Q'ochapata mediante esta técnica. Es decir esta técnica se aplica desde las prospecciones en la zona de estudio realizado, tanto geológico como arqueológico para poder identificar vetas de arcilla.

La perceptualización y caracterización de las vetas de arcillas, son fundamentales para la comprensión y delimitación de la temática desarrollada conducente a advertir parámetros cuantitativos y complementarlo con otros mecanismos técnicos para registrar y seleccionar las muestras de arcilla en su entorno natural, explicados en mapas temáticos elaborados para este fin. Como también el uso de la observación en los estudios macroscópicos realizados a simple vista y el uso de lupas de 10X de aumento, para definir las características básicas de las arcillas y sus componentes mineralógicos en gabinete.

4.7.1.2 Microscópica

En nuestro caso esta técnica nos ayudara a poder definir la composición, coloración de las muestras de arcillas, mediante microscopios, para luego poder realizar una caracterización de todas las muestras de arcilla y así hacer una comparación de estas.

4.7.1.3 Análisis Físicoquímico

Dirigidos a caracterizar los parámetros composicionales de las arcillas incluyendo la densidad, volumen, humedad, PH, y color de las muestras, además de las texturas incluyentes de la arcilla como arena limo y el tipo de suelo. Caracterización necesaria para corroborar o descartar similitudes y diferencias entre las muestras seleccionadas.

Por otra parte se realizara mediante la fluorescencia de rayos X en CPS de metales Refractarios, análisis fisicoquímico y textural de arcillas, necesarios para obtener resultados estadísticos de las muestras seleccionadas.

4.7.1.4 Gráficos ternarios

Son gráficos que representan equilibrio entre distintas fases que se forman mediante tres componentes, como una función de la temperatura. En nuestro caso se utiliza varios gráficos ternarios con los siguientes elementos químicos; Y, Nb, Zr, Si, Al, K y Ca.

Para Ogallar (1999), el gráfico ternario o triangular es una expresión gráfica de observaciones cuantitativas, el cual se representan graficamente mediante un punto cualquier distribución porcentual de tres variables. Esta técnica tiene mayor valor explicativo cuando se representan en abundantes casos para que aparezcan concentraciones de puntos en las zonas superior, inferior, derecha o izquierda que evidencian estructuras porcentuales analogos.

Estos gráficos nos ayudaran a poder explicar y entender mejor desde el punto de vista de la química, la relación y semejanza que tienen las muestras de arcillas con las cerámicas analizadas y así conocer las procedencias de estas.

4.7.2 INSTRUMENTOS

En el proceso técnico de campo y laboratorio se usó una serie de instrumentos ordenados en la siguiente lista:

- Navegador GPS marca Etrex Garmin
- Lupa de 10X de aumento
- Cámara fotográfica profesional

- Microscopio 50X marca KONUS MODEL S- 10 - L
- Equipo portable de emisión de fluorescencia de rayos X marca thermo científica, Modelo Niton XL3T Goldd
- Uso de reactivos durante el proceso de análisis
- Espectrofotómetro visible y agitador magnético
- Conductímetro, balanza analítica
- Vasos de 50 ml. (de vidrio y plástico)
- Varillas de vidrio
- Espatula
- Otros materiales con vidrio usuales
- pH metro (potenciometro) dotado de sus respectivos electrodos
- Balanza analítica
- Densímetro Bouyucos
- Agitador mecánico
- Termómetros
- Cronómetro
- Vaso metálico
- Vaso de 500 ml.
- Desecador
- Estufa y Pisceta

4.8 POBLACIÓN Y SELECCIÓN DE MUESTRAS

4.8.1 POBLACIÓN

Hernández, Fernández & Baptista (2014), definen a la población como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. En

el presente estudio está referido a las cinco vetas identificadas mediante la exploración arqueológica y geológica de la zona de estudio.

- **Veta 1:** Ubicada en la margen derecha del río Lucumayo, en el sector denominado establo emplazado a su vez cerca del cauce del río, cubierta por vegetación arbustiva y arbórea moderada.
- **Veta 2:** Ubicada en la margen izquierda del río Lucumayo, es la veta más cercana al sitio de Q'ochapata y adyacente también a la quebrada de Yurakmayo, cubierta por una vegetación arbórea y arbustiva densa.
- **Veta 3:** Ubicada en la margen derecha del río Lucumayo, cercana al sector establo y a la vía carrozable que une Huyro y establo, se encuentra rodeado gran parte por vegetación arbustiva y arbórea.
- **Veta 4:** Se ubica en la margen izquierda del río Lucumayo, cercana a la quebrada tunkimayo. Cubierta por una vegetación arbustiva y arbórea moderada.
- **Veta 5:** Ubicada en la margen derecha del río Lucumayo, adyacente al fundo establo y a la vía carrozable que lo une a Huyro. Se encuentra rodeado y en gran parte cubierto por vegetación arbustiva y arbórea moderada.

4.8.2 MUESTRAS

Hernández, Fernández & Baptista (2014). Es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población.

En el presente estudio está referido a las muestras recogidas de las vetas de arcilla para luego ser llevadas al laboratorio para su respectivo análisis, en un total de cinco muestras con la siguiente nomenclatura:

Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

- Arcilla 1
- Arcilla 2 monte
- Arcilla 3
- Arcilla 4 monte
- Arcilla 5
- Establo seco

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE Q'OUCHAPATA

5.1 TRABAJO DE CAMPO

Conforme a las sugerencias sobre este componente, el trabajo de campo consistió en desarrollar exploraciones arqueológicas sistemáticas y geológicas en el valle del río Lucumayo y/o valle del Amaybamba, así como en las cercanías al sitio arqueológico de Q'ochapata. Para ese fin, se contó con el apoyo del equipo de profesionales y voluntarios del proyecto Teaching And Projects Abroad (TAPA), dirigidos en ese momento por el Arqueólogo Zenobio Valencia García, el Ing. Geólogo Mauro Zegarra y el co-asesor, Ing. Químico Mario Cumpa Cayuri (UNSAAC). Así mismo, se contó con algunos datos e información de tipo geológico y etnográfico, procedentes de algunos pobladores del distrito de Huyro, además del empleo de equipos y herramientas como GPS, picotas, escalas, bolsas plásticas, entre otros indispensable en este tipo de actividades.

Luego de un arduo y motivante inicio de trabajo, se logró ubicar las vetas de arcilla en la parte alta del sitio arqueológico de Q'ochapata así como en la parte baja del valle del Lucumayo, además de complementar la información con datos obtenidos del registro de yacimientos de arcilla, utilizados actualmente en la producción de bloques y ladrillos, en la zona.

5.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VETAS DE ARCILLA

La complementariedad de los procesos exploratorios, geográficos y geológicos fue definida según el cumplimiento de requisitos mínimos para

realizar un plan de muestreo en búsqueda de vetas de arcillas, reconociendo en primer lugar la variabilidad de los suelos entre los espacios pertenecientes a ambos márgenes del río Lucumayo y/o valle de Amaybamba, la consulta de mapas y proceso de mapeos geológicos y la lectura de imágenes satelitales, para facilitar la comprensión del terreno que permita analizar la procedencia de la materia prima.

Como se reitera, se complementó el estudio con información etnográfica conseguida de los pobladores del lugar, quienes nos brindaron algunos datos interesantes con los cuales se facilitó el estudio de la naturaleza y la ubicación de las vetas de arcillas, distribuidas en la zona, y el posible uso dado en la manufactura local, correspondientes a periodos tardíos y prehispánicos.

Debido a que, en la zona de estudio, se observaban claras diferencias en las procedencias de vetas y que, a la vez, sugerían la posibilidad de diferentes propiedades fisicoquímicas al momento del análisis en laboratorio, eran signos de garantía para obtener buenos resultados de investigación.

Por los emplazamientos geográficos verificados, se procedió a la sectorización de la zona prospectada, para ubicarlos en seguida como parte de un “mapa temático”, considerando las georreferencias y altitudes respectivas en el sitio arqueológico de Q'ochapata. De esa forma, los espacios complementarios fueron divididos en dos zonas:

- La zona de vetas y muestras registradas en el sector establo (margen derecho del río Lucumayo), donde se reúnen las vetas y muestras de arcilla provenientes de la parte baja. La zona se

caracterizaba por la formación de terrazas fluviales y aluviales, y estaba cubierta por vegetación arbustiva densa.

- La zona de vetas y muestras registradas en el sector de la parte alta (margen izquierda del río Lucumayo), que albergaba vetas y muestras de arcilla provenientes de la parte alta en la margen izquierda del río. Se caracterizaba por la presencia de laderas colindantes y elevaciones circundantes, además de estar cubierta de una vegetación arbustiva y arbórea densa, con ubicación cercana al sitio arqueológico de Q'ochapata.

Una nomenclatura complementaria se relaciona con las arcillas cochuradas, dentro de ellas; la denominación de arcilla cochurada Q-2 y Q-2D, hacen referencia a las muestras proveniente del recinto Q-2 y Q-2D del sitio arqueológico de Q'ochapata, Estos materiales, se analizan conforme a las sugerencias tomadas de estudios arqueométricos de caso, los cuales confirmarían los resultados finales del estudio.

Mientras que la muestra denominada bloquer cochurado y bloquer crudo, fueron recogidos en el sector establo, y estaban relacionadas con las vetas de arcilla 1, 3 y 5 antes descritas, cercanas al horno de la fábrica local.

La identificación de las vetas de arcilla, fue posible gracias al apoyo de los profesionales y voluntarios del Proyecto Teaching And Projects Abroad (TAPA), puesto que dicho Proyecto realizó exploraciones y prospecciones arqueológicas en todo el valle del Amaybamba y/o Lucumayo aproximadamente durante seis años,

siendo nosotros, participantes durante un lapso de dos años. Posteriormente, y con el apoyo del asesor de tesis, el ingeniero químico, Mario Cumpa Cayuri, así como del geólogo, Mauro Zegarra, se procedió a la identificación final de cinco vetas de arcilla en el lugar; tres de ellas ubicadas en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata (margen derecha del río Lucumayo), y dos de ellas ubicadas en la parte alta del mismo (margen izquierda del cauce), cercanas a la zona de estudio.

5.1.2 LOCALIZACIÓN DE LAS VETAS DE ARCILLA

Veta 1

Las vetas de arcilla 1, se localiza en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata, margen derecha del río Lucumayo, a unos 300 m. de la orilla y a una distancia de 3 km; con una orientación N-E en relación al sitio, y con coordenadas UTM Este: 0763961.75 18-L; Norte: 8560569.56 18-L. Está ubicada en una altitud de 1,645 m.s.n.m. La matriz de tierra arcillosa es de color 5Y 7/2, siguiendo las referencias del código Munsell, y alcanza una densidad semicompacta (Ver plano N° 07, 08 y fig. N° 3)

Figura 3: Vista de la veta 1; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografía: M. Paredes 2016.

Veta 2

Se localiza en la parte alta del sitio arqueológico de Q'ochapata, a la margen izquierda del río Lucumayo, a una distancia de 2.5 km. del cauce, y de 230 m. en dirección N-E del sitio, con coordenadas UTM Este: 0761641.07 18-L Norte: 8557895.82 18-L, y a una altura de 2,210 msnm. de coloración 5Y 4/1, según el código Munsell. Su consistencia es semicompacta, sus inclusiones rocosas establecen piedras irregulares pequeñas a medianas, debido a que se encuentran en pleno proceso erosivo y de ensanchamiento, por deslizamiento de la quebrada de Yurakmayo debido a factores pluviales y aluviales. La evaluación de la arcilla hace concluir que no es considerada apta para su uso en la manufactura alfarera. (Ver plano N° 07, 08 y fig. N° 4).

Figura 4: Vista de la veta 2; notese la coloración de la arcilla.



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

Veta 3

La veta 3 se localiza en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata, margen derecha del río Lucumayo, a una distancia de 370 m del cauce y a una distancia de 2.4 km, en dirección N-E del sitio, con coordenadas UTM Este: 0763712.52 18-L Norte: 8560850.00 18-L. Está ubicada en una altitud de 1,654 m.s.n.m, y se caracteriza por poseer una matriz arcillosa de coloración 10YR 7/4, siguiendo las referencias del código Munsell. Su consistencia natural es semicompacta. Los componentes rocosos de la materia verificada son piedras irregulares, de tamaños que varían entre lo pequeño y lo mediano. (Ver plano N° 07, 08 y fig. N° 5).

Figura 5: Vista de la veta 3; notese la abundante vegetación arbustiva.



Fuente: Propio 2016, Fotografía: M. Paredes 2016.

Veta 4

Se localiza en la parte alta del sitio arqueológico de Q'ochapata, a la margen izquierda del río Lucumayo, a una distancia de 2.8 km. del cauce y unos 500m. en dirección N-E del sitio, con coordenadas UTM Este: 0763309.53 18-L Norte: 8557879.75 18-L. Se ubica a una altura de 2,100 msnm. Sus características geológicas definen una matriz de arcillas de coloración 10YR 7/6 según el código Munsell, y demuestra una consistencia semicompacta, conteniendo piedras irregulares de tamaños entre pequeños a medianos. (Ver plano N° 07, 08 y fig. N° 6).

Figura 6: Vista de la veta 4, nótese la matriz arcillosa; notese la coloración de la arcilla.



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Veta 5

Se localiza en la parte baja del sitio arqueológico de Q'ochapata, margen derecha del río Lucumayu, a una distancia de 260m. del cauce y unos 2.4 km. en dirección N-E del sitio, con coordenadas UTM Este: 0764256.19 18-L Norte: 8560308.65 18-L. Se ubica en una altitud de 1,630 msnm. y sus características geológicas la definen como una matriz arcillosa de coloración 10YR 7/6 conforme al código de Munsell. En cuanto a su textura, se evalúa como semicompacta, y según verificación directa, se observan inclusiones de piedras irregulares, de tamaños pequeños. (Ver plano N° 07, 08 y fig. N° 7).

Figura 7: Vista de la veta 4, nótese la matriz arcillosa; notese la coloración de la arcilla.



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografía: Y. Justiniani 2016.

5.1.3 TOMA Y SELECCIÓN DE MUESTRAS DE ARCILLAS

Con el apoyo de nuestro asesor, el ingeniero Químico Mario Cumpa Cayuri, se recolectaron las muestras de arcilla de las cinco vetas registradas, previa verificación y aseguramiento de no estar mezcladas o alteradas con materiales ajenos a cada materia prima extraída. Las herramientas utilizadas para la recolección de las arcillas, fueron los badilejos y picotas pequeñas, entre otras.

Se tomó la decisión de seleccionar dos bolsas de arcilla por cada veta hallada, en una cantidad de 5 kg, aproximadamente. Se tuvo igualmente cuidado en la referencia de profundidad de donde fueron extraídas cada muestra, siendo ésta de 0.50 m. a 2.80 m de profundidad promedio. En el proceso se tuvo sumo cuidado profesional en los procedimientos y embolsamiento antes de trasladar las muestras a la ciudad del Cusco, donde se coordinó el pase documentado para los laboratorios, de Físicoquímico en la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco y el laboratorio

fisicoquímico- MC. Química lab. de propiedad del Ing. Químico Mario Cumpa Cayuri, para los análisis correspondientes.

Veta 1

Figura 8: Recolección de muestras de arcilla de la veta 1 supervisado por el Ing. Químico Mario Cumpa Cayuri



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografía: M. Paredes 2016.

Figura 9: Proceso de recolección de muestras de arcilla



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografía: Y. Justiniani 2016.

Figura 10: Recolección de muestras de arcilla junto con el asesor



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografía: M. Paredes 2016.

5.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

5.2.1 TRABAJOS EN EL LABORATORIO FÍSICOQUÍMICO DE LA DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE CULTURA CUSCO

El trabajo de análisis de las muestras correspondientes a cada veta de arcilla se realizó en el laboratorio Físico-químico de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco con el apoyo técnico de la química Verushka N. Bustos Villena, quien nos apoyo y dio pautas a cerca de los procesos de análisis de cada muestra mediante Fluorescencia de rayos X.

5.2.1.1 Selección de las Muestras para el Análisis de Fluorescencia de Rayos X

Para el análisis químico por FRX, se seleccionó 500g. de cada veta de arcilla, es decir en un total de 5 muestras, en bolsas plásticas con su respectiva tarjeta. Iniciándose con el molido de la muestra, y ponerlo en un frasco de vidrio para posteriormente ser analizados en el aparato portátil de FRX y determinar la composición química de forma individual y por ultimo realizar una comparación fisicoquímica con los resultados obtenidos de las pastas cerámicas analizadas anteriormente. Con la misma técnica espectrográfica.

Figura 11: Muestra de la veta de arcilla 1 debidamente embolsada y pesada.



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 12: Muestra de la veta de arcilla 2 debidamente embolsada y pesada.



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 13: Muestra de la veta de arcilla 3 debidamente embolsada y pesada.



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

Figura 14: Muestra de la veta de arcilla 4 debidamente embolsada y pesada



Fuente: Fuente Propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

Figura 15: Muestra de la Veta de arcilla 5 debidamente embolsada y pesada



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

De la misma forma, se consideró en el análisis las muestras de arcillas obtenidas bajo la denominación de bloquer cochurado establo, ladrillo coccionado establo (cocido), arcillas cochurada Q-2, arcilla cochurada, arcilla seca establo, arcilla cochurada Q-2D y bloquer crudo establo. La finalidad en la obtención de estas muestras ha sido contar con más indicadores y diversidad de ellos para corroborar y/o descartar similitudes y diferencias entre las muestras.

La intención estaba orientada a confirmar los resultados para confirmar su uso en la manufactura alfarera prehispánica de la zona de estudio; es decir para identificar las posibles vetas de arcilla que pudieron ser utilizadas para la manufactura de la cerámica en el sitio arqueológico de Q'ochapata.

Figura 16: Vista del bloquer y ladrillo fabricado en la actualidad en el sector establo



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 17: Vista del horno actual para la cocción del bloquer y ladrillo



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 18: Vista de la arcilla coccionada establo



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 19: Vista arcilla cochurada Q-2, proveniente de las excavaciones arqueológicas de Q'ochapata



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

Figura 20: Arcilla cochurada Q-2D, provenientes de las excavaciones arqueológicas de Q'ochapata



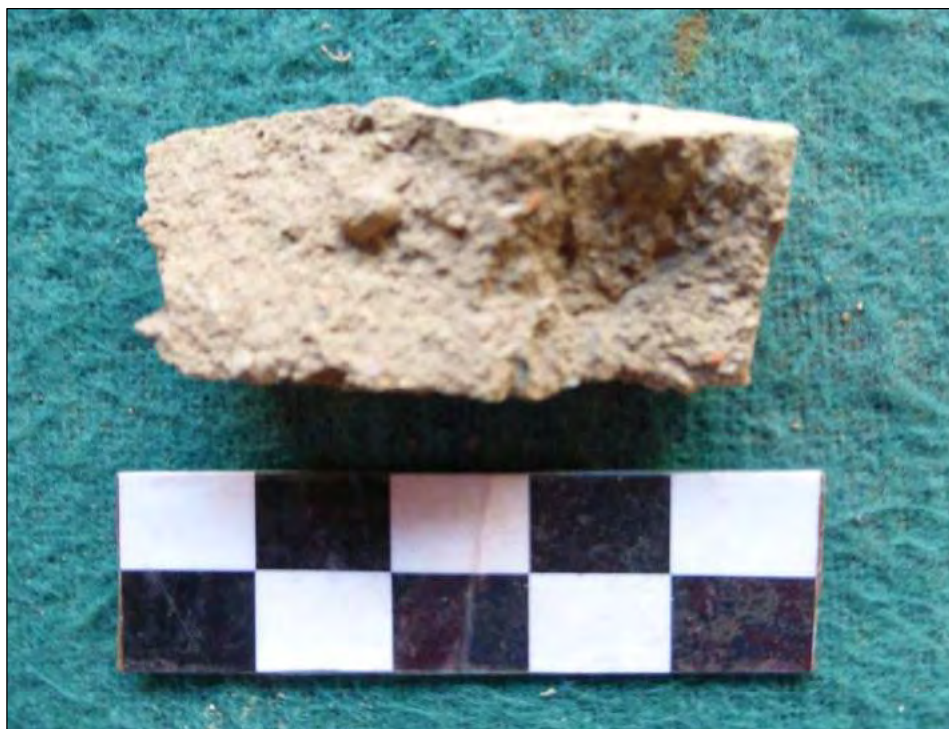
Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 21: Ladrillo cochurado estable



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 22: Bloquer crudo establo



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

5.2.1.2 Preparación y Análisis de las Muestras por Fluorescencia de Rayos X

5.2.1.2.1 Preparación

El análisis químico se ejecutó desarrollando el siguiente procedimiento: En primer lugar, se tomó una cantidad de arcilla por cada muestra seleccionada, luego se procedió a molerlas mediante morteros de mesa, hasta reducirlas y triturarlas lo necesariamente microgranuladas, para en seguida, ser introducidas en envases de vidrio (pipetas), e iniciar el respectivo procedimiento de análisis. (ver fig. N° 23 y 24).

Figura 23: Trituración de las muestras de arcilla, enfocado



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

Figura 24: Trituración de las muestras de arcilla



Fuente: Elaboracion Propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

5.2.1.2.2 Análisis

El análisis de muestras se realizó con intervención de un equipo portátil de fluorescencia de rayos X que a continuación se detalla minuciosamente.

Equipo

Fue de uso en laboratorio, un equipo portátil de FRX marca NITON Gold – XL3T (Termo Scientific) capaz de emitir fotones fluorescentes para llenar una transición no radiactiva. Tomando en cuenta la complejidad de los átomos, se captura en este procedimiento el salto electrónico luego de la ionización, de cuyo hecho se emite un fotón con energía mayor a la de los rayos X característicos, según Valentinuzzi (2008).

También este fenómeno es conocido como el “efecto Auger”, descrito como la excitación que produce un elemento a otros presentes en una muestra, debido a que cuenta con la energía suficiente para lograr identificarlo mediante radiación monocromática y policromática.

En el análisis realizado se utilizó un tubo de rayos X que sirve como un emisor de la radiación fluorescente, la cual es detectada por el equipo portátil debido a que cada componente tiene una longitud de onda distinta (pág. 22), la cual está expresada en los elementos mayoritarios que componen la química elemental de las arcillas analizadas, obteniéndose finalmente información cuantitativa y cualitativa de las muestras expuestas.

- **Cuantificación**

El espectro fluorescente de las muestras refleja un fondo complejo debido a la composición fisicoquímica de los elementos mayoritarios definidos como silicio (Si), aluminio (Al), potasio (k) y hierro (Fe). Mientras que, las cantidades

composicionales por debajo del límite de detección del equipo, corresponden a mangnesio (Mg), zinc (Zn), manganeso (Mn), fosforo (P), calcio (Ca) y titanio (Ti) respectivamente.

Los métodos matemáticos para el análisis cuantitativo; son, el método de coeficientes empíricos y el método de parámetros fundamentales, el primer método de coeficientes empíricos, se basa en que, la radiación incidente es monocromática con alguna longitud de onda efectiva y utiliza coeficientes ya determinados empíricamente para representar los efectos de matriz (Valentinuzzi, 2008, pág. 30), con lo que se logra registrar la intensidad y concentración del elemento químico en la muestra, por lo tanto, su caracterización fisicoquímica.

El caso del método de parámetros fundamentales, se sustenta en el hecho de que, las muestras analizadas son homogéneas, extensivas y pulidas de forma individual, por lo que su distribución espectral, son calculadas por interacción, definiendo su concentración de elementos mayoritarios en las muestras, para lo cual, no es necesario el uso de estándares ni coeficientes empíricos, aunque si ofrece información utilizada para el cálculo de intensidades obtenidas, medibles mediante un proceso iterativo, que exige el uso de sistemas de computación; en este caso, de un software personalizado por el equipo portátil, con lo cual nos pudimos acercar hacia resultados confiables.

5.2.1.2.3 Análisis de los datos

El error de las concentraciones determinadas, es del 5 a 10% promedio para los de mayor concentración, y de 20% para los 'elementos traza' por debajo del límite de detección del equipo, calculados mediante la propagación de errores de

la expresión 3.19 y adoptando un error relativo para las sensibilidades, de 0.2%.

A partir de los resultados obtenidos de la composición química elemental por FRX, se obtuvo un gráfico en el que se destacan los cuatro elementos de mayor abundancia; entre ellos, el silicio (Si), el aluminio (Al), el potasio (K) y el hierro (Fe), observándose una marcada diferencia entre las arcillas y sus derivados de cocción (ladrillos, bloques cocidos y crudos provenientes del sitio estable), así como también los de ladrillo cocido y arcilla seca del mismo sitio; en especial, en cuanto se refiere al contenido de silicio (Si), exceptuando la muestra de arcilla seca de estable cuya composición es similar a las muestras cocidas antes descritas. Se definió por último que, la composición química entre las muestras de arcillas analizadas es muy similar, salvo la muestra seca de estable, cuya composición presenta una característica particular y diferente respecto a la composición de las demás (Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco, 2016, pág. 3).

5.2.1.2.4 Análisis de composición química elemental por FRX

Teniendo en consideración el problema y objetivos de estudio, se ha realizado el siguiente análisis en elementos mayoritarios por (p.p.m.), en el cual se analizaron las cinco muestras de arcilla provenientes de las vetas de estudio (1,2,3,4 y 5). Por otro lado, y teniendo en cuenta las recomendaciones evaluadas en algunos estudios para casos similares, se analizaron las arcillas cocidas o cocidas Q-2, Q-2D, y una arcilla cocida sin ningún código (todas ellas provenientes de las excavaciones arqueológicas del sector 2 y 3 en el sitio arqueológico de Q'ochapata).

De igual forma, se analizaron las muestras de materiales industriales de producción, recolectadas en la zona de estudio (bloquer cochurado establo, arcilla cochurada, bloquer crudo establo, ladrillo cochurado establo y arcilla seca establo), conforme al siguiente registro de muestras.

Tabla 3: Total de muestras analizadas.

TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS
Arcilla 1
Arcilla 2
Arcilla 3
Arcilla 4
Arcilla 5
Arcilla cochurada Q-2
Arcilla cochurada Q-2D
Arcilla cochurada
Bloquer cochurado establo
Bloquer crudo establo
Ladrillo cocido establo
Arcilla seca establo

Fuente: Propio. 2016

5.2.1.2.5 Análisis de correlación utilizando el CPS en metales refractarios

Para establecer el grado de semejanza entre arcillas y determinar si alguna de ellas fue utilizada para la elaboración de los derivados de cocción, se empleó un procedimiento de conteo por segundo para tres metales refractarios, siendo éstos el Yodo (I), Niobio (Nb) y Zirconio (Zr) (Ver cuadro N° 4); en seguida, se correlacionaron estos datos por medio de gráficos ternarios, en cuyo proceso quedan conformados un par grupos de arcillas, entre los cuales figuran, como grupo 1 el conformado por la arcilla procedente de la veta 1; y el grupo 2, conformado por arcillas pertenecientes a las vetas 3 y 5.

Metales refractarios

Los metales refractarios son aquellos materiales que soportan elevadas temperaturas y están sometidas a diferentes grados de esfuerzo, tanto mecánico, así como térmico, además que resisten a otros factores como la corrosión y la erosión de sólidos, gases y líquidos. Se define también como ‘materiales no metálicos’, los cuales muestran propiedades físicas y químicas que las hacen aplicables para estructuras o componentes de sistemas que están expuestos a temperaturas o ambientes por encima de 1000°C.

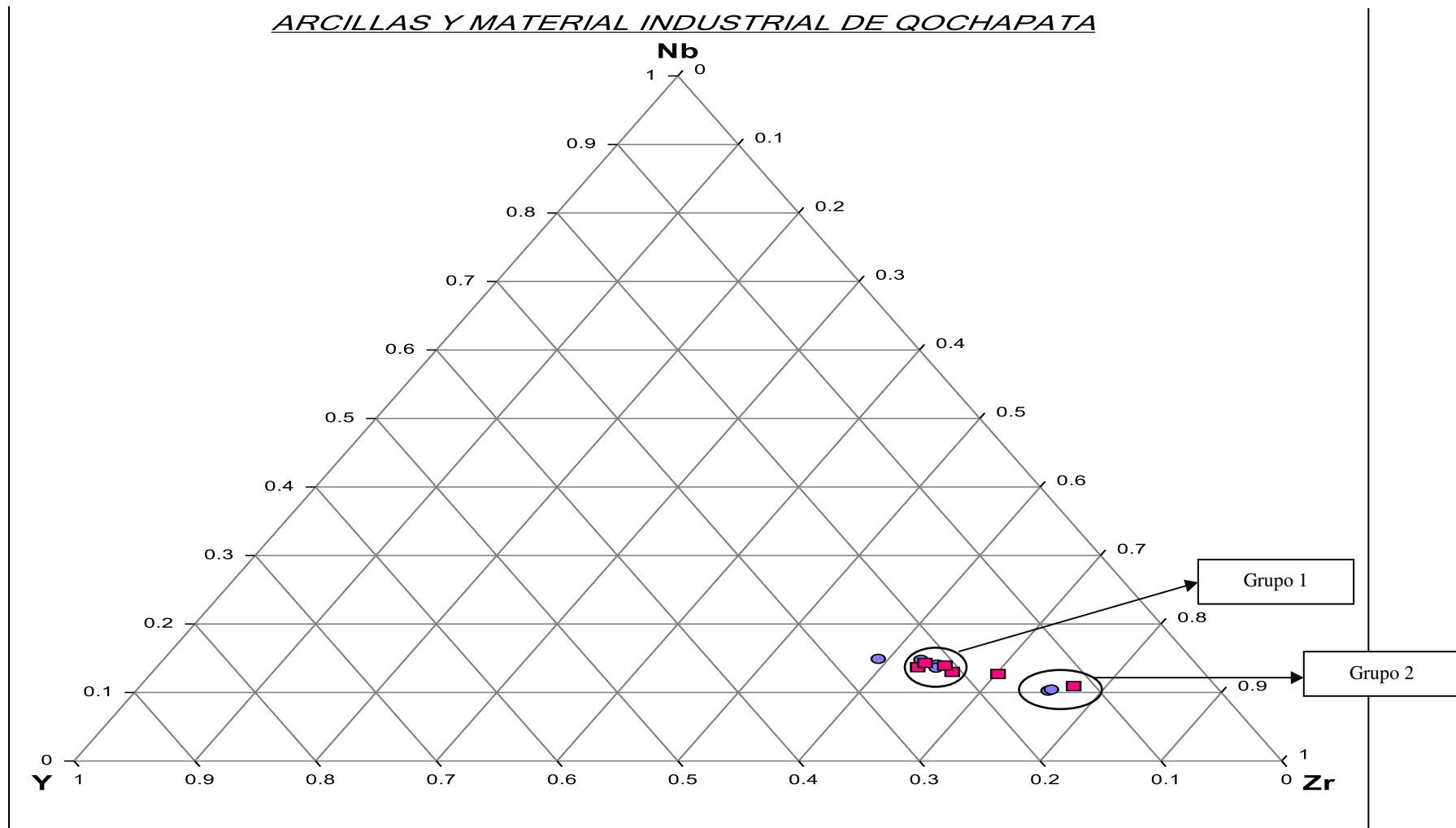
Tabla 4: Conteo por segundo en metales refractarios

METALES REFRACTARIOS - CPS				
INTENSIDAD $K\alpha 1$ (KeV)		14.955	15.78	16.62
ELEMENTO		Y	Zr	Nb
MUESTRAS DE ARCILLA Y MATERIAL INDUSTRIAL	arcilla 1	11.761122	35.283363	7.708714
	arcilla 5	13.021751	69.194588	9.406232
	arcilla 2 monte	12.87527	29.340759	7.39709
	arcilla 3 monte	11.766449	64.285713	8.861884
	arcilla 4 monte	11.529052	32.171253	7.584098
	arcilla cochurada Q-2	10.968531	44.88237	8.127101
	arcilla cochurada Q-2 D	10.430564	68.556702	9.70285
	arcilla cochurada	16.808699	53.540997	10.520129
	bloquer cochurado establo	12.10026	32.728321	7.116105
	bloquer crudo establo	10.847356	30.679089	6.941106
	ladrillo cocido establo	11.14687	34.698654	7.431246
	arcilla seca establo	11.634184	34.422791	7.256372

Fuente análisis fisicoquímico DDCC. 2016.

La lectura de estos datos explica que la intensidad de la radiación $K\alpha 1$ (KeV) es más intensa en los metales refractarios al momento de su conteo por segundo, teniendo de esa forma, los parámetros establecidos para determinar su presencia en muestras de arcilla, cuyos resultados son explicados en el siguiente gráfico ternario (Ver gráfico N° 2).

Gráfico 2: Grafico ternario de correlación



Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. Material Industrial de Q'ochapata ■ Arcillas ■

A través de la correlación establecida en el gráfico ternario, se distinguen dos grupos y dos muestras no correlacionadas.

El grupo 1 está conformado por las arcillas: 1, 4 monte, seca establo a partir de las cuales se han podido elaborar las muestras de arcilla cochurada, bloquer cochurado establo, bloquer crudo establo.

El grupo 2 está conformado por las arcillas: 5, 3 monte, a partir de las cuales se obtuvo la muestra de arcilla cochurada Q-2D.

Se observaron además, dos muestras aisladas que no guardan correlación con los grupos, ni entre ellas, estas muestras son: la arcilla cochurada Q-2 y arcilla monte 2 (informe departamento fisicoquímico de la DDCC).

5.2.1.2.6 Análisis de materias primas utilizadas en la elaboración de cerámica de Q'ochapata.





Conociendo que se identificaron hasta cuatro tipos de cerámica en el sitio arqueológico de Q'ochapata (ver gráfico N° 2) y por ende, cuatro tipos de materias primas o arcillas, utilizadas en la elaboración de estas, se buscó establecer si las muestras de arcillas recolectadas en las cinco vetas, se correspondían con los cuatro tipos de cerámica.

Para inferir resultados, se construyeron cuadros ternarios o triangulares para graficar con mejor precisión la correlación existente entre las muestras de materia prima (arcillas) respecto a las muestras de cerámica analizadas, utilizando tres elementos refractarios, y en el entendido de que, éstos resisten a temperaturas muy altas de cocción, inclusive por encima de los 1000 ° C.

Con esas presunciones y procedimientos técnicos, es posible arribar a resultados válidos y científicos. En el siguiente cuadro, se tienen los tipos de arcillas identificados en el sitio arqueológico.

Tabla 5: Diferentes tipos de arcillas identificadas en el sitio arqueológico de Q'ochapata

FRAGMENTOS DE CERÁMICA	MATERIA PRIMA UTILIZADA			
q2-1				
q2-2				
q2-3				
q2-4				
q3-1a				
q3-1b				
q3-2a				
q3-2b				
q3-3a				
q3-3b				
q3-4a				
q3-4b				
q6-3a				
q6-3b				
q6-4				
q7-1				
q7-2a				
q7-2b				
q7-3a				
q7-3b				
q7-4				

	Materia prima tipo 1 usada en cerámica del grupo 1
	Materia prima tipo 2 usada en cerámica del grupo 2
	Materia prima tipo 3 usada en fragmento no asociado
	Materia prima tipo 4 usada en fragmento no asociado

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Se realizó el trabajo de laboratorio bajo las mismas condiciones que en el de análisis de filiación para cerámicas, sobre los espectros obtenidos en la técnica de FRX, utilizando el conteo por segundo (cps) para los metales de transición o metales refractarios Y (itrio), Nb (niobio), Zr (zirconio). Este trabajo se ha

cumplido con la misma intensidad en ambos casos de $K\alpha 1$ (KeV), tanto en las muestras de arcilla como las muestras de cerámica.

Para su explicación técnica, se recurre a los gráficos ternarios siguientes:

Tabla 6: Conteo por segundo

CONTEO POR SEGUNDO PARA METALES REFRACTARIOS			
INTENSIDAD $K\alpha 1$ (KeV)	14.955	15.78	16.62
MUESTRAS DE ARCILLA	Y	Zr	Nb
arcilla 1	11.76	35.28	7.71
arcilla 5	13.02	69.19	9.41
arcilla 2 monte	12.88	29.34	7.40
arcilla 3 monte	11.77	64.29	8.86
arcilla 4 monte	11.53	32.17	7.58
arcilla seca establo	11.63	34.42	7.26

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

5.2.1.2.7 Análisis Fisicoquímico y Textural de Arcillas

Las mediciones en las muestras de arcillas han dado como resultados una serie de parámetros; entre ellos, el resultado de exámenes de la densidad real y la densidad aparente de las muestras, el volumen real, la humedad total, el Ph y el color donde se advierten notorias diferencias y similitudes respecto a su procedencia.

Los resultados de estas mediciones se especifican ordenadamente en las siguientes tablas.

Tabla 7: Análisis fisicoquímico

PARÁMETROS	MUESTRAS DE ARCILLA					
	1	5	2 MONTE	3 MONTE	4 MONTE	SECA ESTB.
Densidad real	1.32	1.15	1.26	1.18	1.28	1.38
Densidad aparente	1.66	1.40	1.49	1.43	1.51	1.56
Volumen real	125.76	121.74	118.25	121.19	117.97	113.04
Humedad Total	4.96	4.84	5.64	5.16	5.76	5.23
Ph	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Color	5Y 7/2	10YR 7/6	5Y 4/1	10YR 7/4	10YR 7/6	5Y 7/3

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Tabla 8: Análisis textural

PARÁMETROS	MUESTRAS DE ARCILLA					
	1	5	2 MONTE	3 MONTE	4 MONTE	SECA ESTB.
% de Arena	1.84	17.84	25.84	9.84	23.84	3.84
% de Limo	19.28	25.28	17.28	29.28	21.28	9.28
% de Arcilla	78.88	56.88	56.88	60.88	54.88	86.88
Tipo de Suelo	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
Textura	Fina	Fina	Fina	Fina	Fina	Fina

Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

5.2.2 TRABAJO EN EL LABORATORIO FISICOQUÍMICO- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC).

Para desarrollar el trabajo de laboratorio físico-químico, se recurrió al laboratorio MC. Química y en la Universidad San Antonio Abad del Cusco. Para el análisis en dichos laboratorios, se trabajó igualmente con cinco muestras, proveniente de cada una de las vetas de arcilla.

- Muestra 1, veta de arcilla 1.
- Muestra 2, veta de arcilla 2.
- Muestra 3, veta de arcilla 3.
- Muestra 4, veta de arcilla 4.
- Muestra 5, veta de arcilla 5.

5.2.2.1 Análisis Microscópico

Realizado con un microscopio de barrido de marca KONUS MODEL S-10-L para observar los componentes de la matriz de arcilla como también las propiedades ópticas de los cristales considerados como inclusiones naturales de las mismas vetas y correspondientes a cada una de las vetas identificadas en la zona de estudio (ver Fig. N° 25).

Figura 25: Observación microscópica de las arcillas en laboratorio de la fisicoquímico- mc. química lab. (UNSAAC).



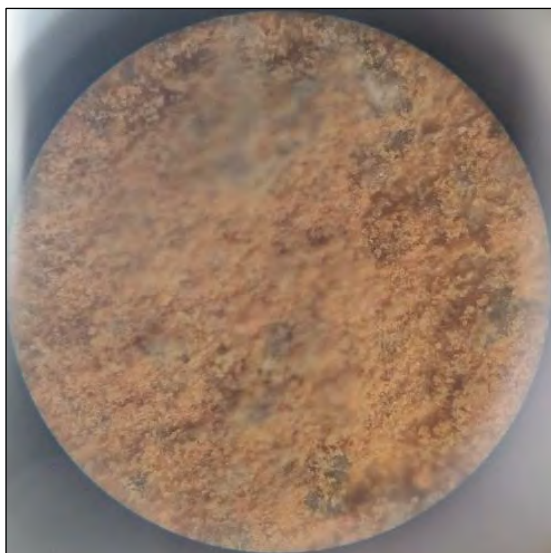
Fuente: Elaboracion propia. Fotografia: Y. Justiniani 2016.

Con este procedimiento, se logró conocer el color de cada muestra de arcilla, según el código Munsell. Los resultados evidencian que, la muestra de la veta de arcilla 1, se corresponde con la coloración 5Y 7/2; la muestra 2 corresponde a la coloración 5Y 4/1; la muestra 3 presenta la coloración 10YR 7/4, la muestra 4 exhibe la coloración 10YR 7/6, y por último, la muestra 5 contiene la coloración 10YR 7/6. De igual forma, se logró identificar los anti plásticos y tipos de rocas encontradas en cada una

de las arcillas, entre ellos, algunas cuarcitas, areniscas, andesitas, entre otros materiales.

Arcilla de la veta 1

Figura 26: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 1.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

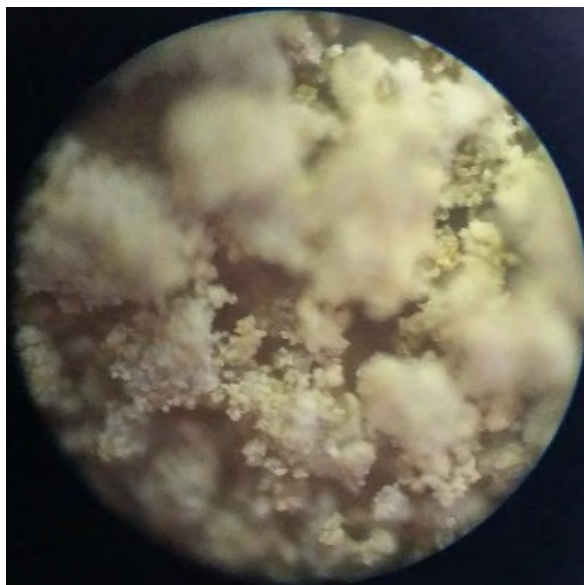
Figura 27: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 1; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Arcilla de la veta 2

Figura 28: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 2; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Figura 29: Foto microscópica de la muestra de arcilla de la veta 2; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Arcilla de la Veta 3

Figura 30: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 3; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Figura 31: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 3; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

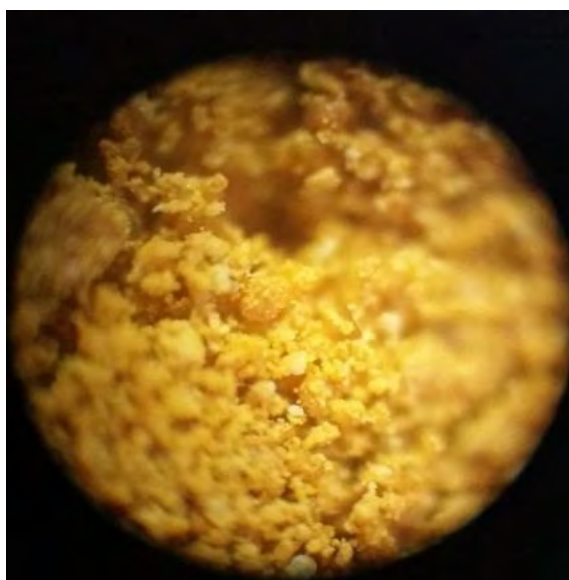
Arcilla de la Veta 4

Figura 32: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 4; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Figura 33: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 4; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Arcilla de la Veta 5

Figura 34: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 5; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

Figura 35: Foto microscópica de las muestras de arcilla de la veta 5; nótese la coloración de la arcilla.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016.

5.2.2.2 Análisis Físicoquímico

- **Generalidades**

La parte experimental de los análisis físico-químicos fueron desarrollados en el laboratorio físicoquímico MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC). Dicha labor fue realizada entre los meses de agosto a diciembre del año 2016.

- **Objetivos**

Determinar las características físicas y químicas frecuentes de las muestras de arcillas seleccionadas, mediante los análisis de humedad, presencia de potasio, fosfatos, cloruro de sodio, conductividad eléctrica, pH, textura, etc. Siguiendo un procedimiento estándar básico para definir y relacionar las similitudes y diferencias de cada muestra.

- **Procesos de determinación en laboratorio.**

- **Determinación de la Humedad**

- **Importancia.**

Determinar si la humedad del suelo influye en las propiedades físicas del material, tales como la densidad aparente, grado de compactación, espacio poroso, consistencia, succión total de agua, volumen real y color del suelo (Flores Delgadillo 2010 pág. 5).

Para esta evaluación se ha definido como humedad del suelo a la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo.

- **Fundamentos**

Para su definición de la humedad en el material analizado, se expresa gravimétricamente en base a la masa; es decir, el contenido real de las muestras de arcillas seleccionadas son procesadas gravimétricamente para determinar el

volumen real, desprendiéndose la humedad gravimétrica, como la expresión básica del análisis.

- **Materiales**

- ✓ Balanza analítica con aproximación de 0.001g
- ✓ Estufa para secar suelo a 105-110 °C
- ✓ Recipiente de aluminio y plástico
- ✓ Capsulas de acero inoxidable
- ✓ Capsulas de porcelana

- **Procedimiento**

Una vez secada la muestra en una estufa, a una temperatura de 105 a 110 ° C, se obtiene el peso constante de la masa a ser analizada. La condición se logra luego de una exposición de 24 horas, recomendado para el tamaño de la muestra. Se denomina a este estado, “suelo seco”, cuya naturaleza es constante además de reproducible en condiciones ambientales similares. Mientras que otra cantidad de arcilla, en su estado de humedad, es secada al aire.

Estas diferencias son las que definen la humedad gravimétrica expresada técnicamente como:

- W = Contenido de humedad expresado en porcentaje,
- W_w = Peso de agua existente en la masa del suelo
- W_s = Peso de las partículas sólidas.

El cálculo del contenido de humedad de la muestra se realiza mediante la fórmula siguiente:

Gráfico 3: Formula del contenido de Humedad

$$w = (Mh - Ms) / (Ms - Mr) * 100 \quad (\%), \text{ donde:}$$

Mh = peso recipiente más la muestra de suelo húmedo (grs.)
 Ms = peso recipiente más la muestra de suelo seca (grs.)
 Mr = peso recipiente (grs.)

Fuente: Juan José Ibáñez 2007.

Los resultados de este procedimiento de laboratorio, se expresan en el siguiente cuadro:

Tabla 9: Humedad %

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
4.93	5.20	4.85	5.68	5.12	5.71

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación de fosfatos**
- **Importancia**

Se trata de un análisis para medir la cantidad de fósforo en suelos orgánico, prediciendo su deficiencia o presencia en las muestras. Se encuentra en forma orgánica e inorgánica, asociándose a las arcillas y los compuestos de aluminio (Al), hierro (Fe) y calcio (Ca) (McKean 1993 pág. 35).

- **Fundamentos**

El método se basa en la extracción del fósforo mediante fosfatos ácidos, para definir la alcalinidad y acidez de suelos, al disolverse mediante reactivos los fosfatos de hierro y aluminio por medio de la formación de complejos con el ion fluoruro.

El ortofosfato reacciona con el molibdato de amonio para formar ácido fosforomolibdico. Esta es transformada por reducción a un complejo intensamente coloreado como azul de molibdeno.

El método está basado en la reducción del ácido ascórbico. La adición del tartrato antimonil de potasio aumenta la coloración y la velocidad de reacción a temperatura ambiental.

- **Materiales**

- ✓ Vasos de 500 ml. y 100 ml.
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Probeta
- ✓ Pipetas de 2 y 1 ml.
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Papel filtro Whatman # 40
- ✓ Embudos
- ✓ Soportes y aros.

- **Equipos**

- ✓ Espectrofotómetro visible y accesorios
- ✓ Agitador magnético

- **Procedimientos**

- ✓ Pesar 50g de arcilla en un vaso de 100ml.
- ✓ Extraer el fosfato en solución acuosa con los reactivos pertinentes
- ✓ Filtrar la suspensión a través de papel filtro
- ✓ Aforar a 50 ml.
- ✓ Tomar 10ml. de muestra que contiene el fosfato

- ✓ Agregar 1ml. de solución acida
- ✓ Agregar 1ml. de molibdato de amonio
- ✓ Agitar durante 60 segundos
- ✓ Calibrar el espectrofotometro con los patrones a una longitud de onda 660nm, usando concentración o absorbancia
- ✓ Leer las muestras y calcular la concentración del fosforo

Los resultados establecen sus respectivas concentraciones en las muestras, resumidas en el siguiente cuadro:

Tabla 10: HPO₄ = mg/100

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
0.8	1.7	1.9	1.1	0.9	1.6

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

Tabla 11: CL 0 mg/100

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
29	19	8	8	8	6

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación de la conductividad eléctrica**
- **Importancia**

El análisis se orienta a referenciar las concentraciones de sales disueltas en la solución de la arcilla. Comúnmente llamadas ‘sales solubles’ cuyos parámetros porcentuales se incrementan a la dificultad de capilarización de suelos, especialmente de las arcillas y limo.

- **Fundamento**

El argumento se sustenta en el hecho de que, los suelos tienen la propiedad de contener agua entre sus componentes microscópicos y

macroscópicos, debido a razones como la textura y fineza de su matriz, incluyendo diversos limos presentes en la estratigrafía de depósitos sedimentarios, por lo que es posible determinar su conductividad eléctrica, además de definir en términos porcentuales las concentraciones de sales solubles. Para este razonamiento, se considera la premisa según la cual, los componentes o sustratos donde se concentran o se saturan con sales solubles presentan menor resistencia al paso de la corriente.

Vale decir, a mayor cantidad de sales solubles en la solución o muestra, existe mayor conductividad tal como señala el cuadro siguiente:

Tabla 12: Clasificación de la conductividad según Ojeda y Caballero (1974)

Clasificación	Milimhos/cm
No salinos	<0.9
Débilmente salinos	0.9 a 1.8
Moderadamente salinos	1.8 a 3.6
Fuertemente salinos	3.7 a 7.2
Muy Fuertemente salinos	>7.2

Fuente. Practica para interpretación de suelos. Jorge Villarroel 1988.

Con estos parámetros, se logra establecer un mecanismo técnico que permite ‘porcentualizar’ cuantitativamente las concentraciones de sales solubles en los sustratos de los suelos.

- **Instrumento**

- ✓ Conductímetro
- ✓ Balanza analítica

- **Materiales**

- ✓ Vasos de 250ml. (de vidrio y/o plástico)
- ✓ Matraz de 250 ml.
- ✓ Tubos de prueba de 9 ml.

- ✓ "Trampa de vacío"
- ✓ Papel filtro
- ✓ Embudo
- ✓ Espátula
- ✓ Varillas de vidrio.

- **Reactivos**

- ✓ Solución de KCl IN (Cloruro de potasio al 0.04%)
- ✓ Solución de KCl 0,04 M (Hidróxido de potasio)
- ✓ Agua destilada

- **Procedimiento**

- ✓ Calibrar el conductímetro, de acuerdo al manual de procedimientos específicos para el instrumento usado.
- ✓ Pesar 50 g. de la muestra y colocarla en un vaso de 250 ml.
- ✓ Añadir agua desionizada poco a poco, formando una pasta con ayuda de la espátula o varilla de vidrio hasta el punto de saturación. Este punto aparece indicado por la presencia de una capa delgada de líquido en la superficie de la suspensión.
- ✓ Agitar, toda la masa con una varilla de vidrio, durante un minuto y dejarla en reposo "maceración" por media hora.
- ✓ Agitar, una vez más la suspensión y filtrar usando el sistema "trampa de vacío", procurando obtener más de 5 ml, de solución extracto transparente en un tubo de ensayo.
- ✓ Efectuar, las mediciones respectivas.

Los resultados se expresan en el cuadro siguiente:

Tabla 13: Conductividad Eléctrica (micro siemen/centímetro) uS/cm

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
200	280	160	160	80	100

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

Tabla 14: Conductividad Eléctrica (Milimhos/centímetro) mmh/cm

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
0.20	0.28	0.16	0.16	0.08	0.10

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación de Carbonatos**

- **Importancia**

Las presentaciones más comunes de carbonatos en el suelo, son los carbonatos de calcio como las calcitas, calizas, travertinos y los que generalmente proceden del metamorfismo de los afloramientos calizos, definiendo las estructuras geológicas de origen orgánico, generalmente de sedimentos marinos. Por lo que es el que se encuentra en mayor abundancia en todo tipo de suelos.

- **Fundamentos**

Mediante este procedimiento analítico, se determina si el suelo es calcáreo o no calcáreo, así como si el suelo es sódico o no. La forma más común establecería por ejemplo a carbonatos de sodio, diferenciando a los propios carbonatos que contienen cada una de las muestras. Es importante al igual que la medición del pH, empleándose el método volumétrico o gasométrico.

- **Materiales.**

- ✓ Balón de 250 ml.

- ✓ 2 Tubitos de. 6 ml.
- ✓ Bureta gaso volumétrica.

- **Reactivos**

- ✓ HCl (Ácido Clorhídrico)
- ✓ ó HCl comercial (exento de hierro).

- **Procedimiento**

- ✓ Pesar 1 gr. de suelo, colocándolo en el balón de reacción.
- ✓ Colocar cuidadosamente dentro del balón, 2 tubitos con 5 ml. de HCl (1; 1), cada uno. Evitar, que se vierta el líquido.
- ✓ Cerrar, el balón con el tapón respectivo.
- ✓ Enrasar, el nivel de la bureta con el nivel del depósito.
- ✓ Anotar, la lectura del nivel inicial.
- ✓ Agitar suavemente el balón, para verter el ácido sobre la muestra.
- ✓ Proseguir la operación hasta observar que el desprendimiento de gas (CO₂), se ha detenido.
- ✓ Volver a enrasar los niveles de la bureta y del balón,
- ✓ Anotar la lectura final.

Si se observa efervescencia en la muestra, es signo de que el suelo es calcáreo, fenómeno que, al desprender gas (CO₂), presenta resultados del porcentaje de carbonato de calcio, los cuales se caracterizan en la siguiente tabla:

Tabla 15: Ca Co3%

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
0.25	0.25	0.25	0.75	0.50	0.25

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación del pH.**
- **Importancia**

El pH (potencial de hidrógeno) del suelo, referido a la medida de la acidez y/o alcalinidad del mismo, es uno de los parámetros cuantitativos que refleja de forma eficaz las propiedades químicas de cualquier suelo, concretamente si hay una tendencia hacia la acidez o hacia la alcalinidad, caracterizando de esa manera, los suelos orgánicos de los inorgánicos, en cualquier situación de evaluación.

En el gráfico 4, que se adjunta en la página siguiente, se establece la medición de la acidez o de alcalinidad de los suelos en el presente estudio, teniendo en cuenta las variaciones de pH y conforme a las condiciones de Humedad existentes en los estratos de suelos:

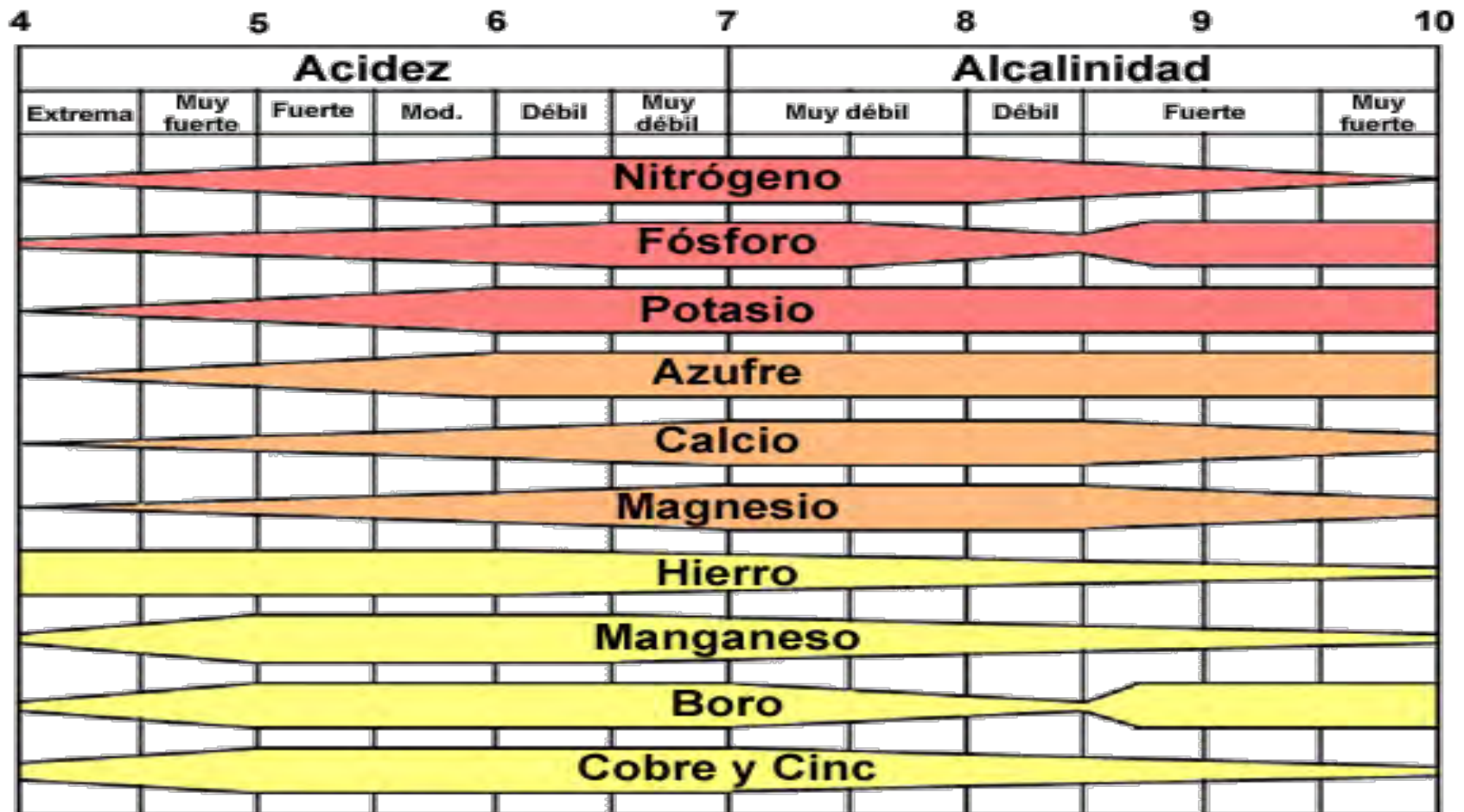
- **Fundamentos**

La determinación de pH se basa en la medida de la actividad de hidrogeno ionizado (H^+) en la solución del suelo. El pH para este caso está definido como el logaritmo negativo, en base 10, puesto que es importante tener en cuenta que la concentración del H^+ aumenta 10 veces cuando el pH disminuye en una unidad, según información sustentada por (McKean 1993, pág. 9).

Otra forma de medición del pH, está basado en el diagrama de Troug, en el cual se establecen pautas y procedimientos para realizar cuantificaciones sobre elementos químicos, muchas veces correspondientes a los análisis de suelos arcillosos, como lo muestra el siguiente gráfico.

DIAGRAMA DE EMIL TROUG PARA SUELOS ORGÁNICOS UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO

Gráfico 4: Para medir la acidez y alcalinidad de los suelos.



Fuente: Juan José Ibáñez 2007.

- **Instrumentos**
 - ✓ pH metro (potenciómetro) dotado de sus respectivos electrodos
 - ✓ Balanza analítica
- **Materiales**
 - ✓ Vasos de 50 ml. (de vidrio y plástico)
 - ✓ Varillas de vidrio
 - ✓ Espátula
 - ✓ Otros materiales de vidrio usuales
- **Reactivos**
 - ✓ Solución tampón ("buffer") de pH 7.00
 - ✓ Solución tampón ("buffer") pH 4.00
- **Procedimiento:**
 - ✓ Calibrar el pH metro según las instrucciones del manual de procedimientos.
 - ✓ Pesar 20 g. de muestra y colocarla en un vaso de 50 ml.
 - ✓ Añadir 20 ml. de agua desionizada.
 - ✓ Agitar durante un minuto con una varilla de vidrio, la mezcla hasta formar una suspensión uniforme.
 - ✓ dejarla en reposo media hora.
 - ✓ Repita la operación hasta tres veces.
 - ✓ Medir el pH.

Tabla 16: pH

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.7

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación del contenido de Hierro**
- **Importancia**

El hierro es uno de los elementos más frecuentes en la composición de rocas y suelos, ya sean del orden arcillo limoso a los agrícolas. El color, es un indicador visual instantáneo de su presencia, el cual se verifica en sustratos geológicos y por razón de formarse depósitos de óxidos e hidróxidos de hierro. Su contenido en el suelo puede expresarse en porcentajes. Su presencia siempre se percibe en forma de cristales muy pequeños que se pueden agregar, dispersar a través del suelo, o revestir (adherirse) con otros minerales.

- **Fundamentos**

Generalmente, los óxidos de hierro se emplean como indicadores de las formaciones geológicas, y pueden manifestarse con propiedades inherentes tales como la cristalización, la cristalinidad y la sustitución isomorfica (Acevedo, Ortiz y Cruz 2004, pág. 485); además, pueden indicar las condiciones del medio ambiente en el cual se formaron, estableciendo otras propiedades importantes de los suelos, especialmente las que son aplicables en geología, física, química y agronomía.

- **Instrumentos**
 - ✓ Espectrómetro visible
 - ✓ pH metro

- **Materiales**
 - ✓ BIPETAS
 - ✓ Vasos de vidrio
- **Reactivos**
 - ✓ Ácido clorhídrico
 - ✓ Ortofenantrolina
 - ✓ Clorohidroxilamina
- **Procedimiento**

Se emplean técnicas químicas mediante el uso de reactivos, cuyos resultados permiten una estimación cuantitativa y porcentual acerca de la cantidad de dichos minerales en muestras de suelo, cualquiera sea su procedencia o composición. En el presente estudio, se ha recurrido al oxalato ácido de amonio, para la extracción de hierro amorfo, no cristalino, pobremente ordenado, obteniéndose los datos que se exponen en la tabla siguiente.

Tabla 17: Fe mg/100

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
280	615	284	630	620	49

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUIMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

- **Determinación De La Textura Arena, arcilla y limo**
- **Importancia**

La textura del suelo es una de las varias características físicas más importantes para desarrollar estudios geológicos, petrológicos y fisicoquímicos asociados en relación con la arqueología, debido a que es factible predecir el comportamiento físico del suelo a partir de dicha caracterización, sumando la

posibilidad de inferir datos tales como el movimiento de agua, la facilidad de manejo y la cantidad de depósitos del recurso hídrico, según la proporción de partículas fundamentales que conforman los sustratos identificados, tales como la arcilla, el limo y la arena.

- **Fundamento**

Se considera como un análisis mecánico porque está basado en el principio de la sedimentación y fraccionamiento de los variados minerales secundarios clasificados como silicatos y no silicatos, entre los que puede haber una variación en plasticidad cohesión, adhesión, capacidad de intercambio, etc. De ahí la importancia de identificar el tipo de arcilla que predomina en un determinado tipo de suelo.

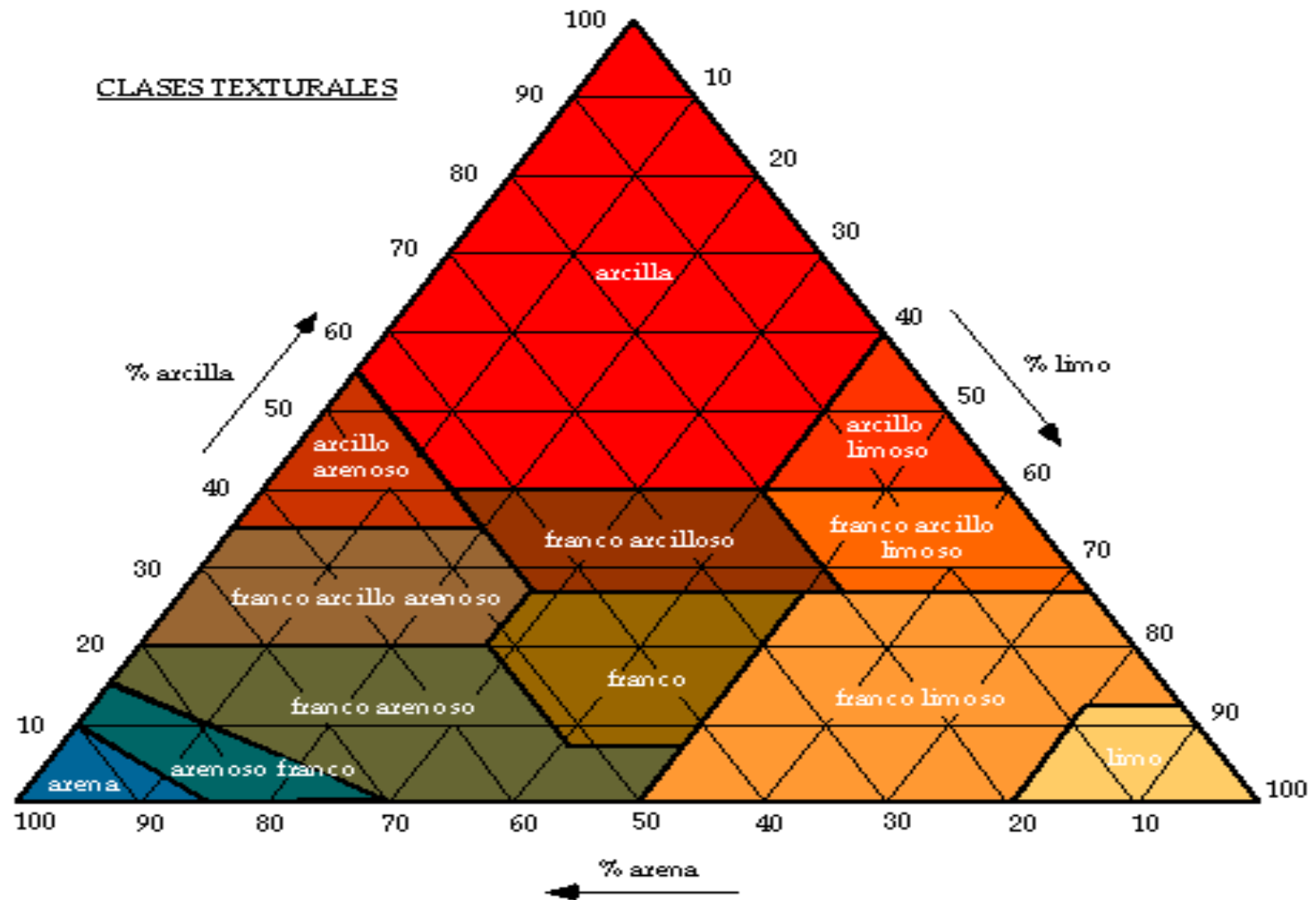
Su cuantificación es factible aplicando la ley de Stokes, utilizando en el procedimiento el triángulo de textura conocido como el método de Bouyoucos, cuyos resultados son detallados en el indicado triángulo de texturas.

- **Equipos:**

- ✓ Densímetro Bouyoucos
- ✓ Agitador mecánico
- ✓ Balanza
- ✓ Termómetros
- ✓ Cronómetro
- ✓ Vaso metálico o dispersador de mortero.
- ✓ Probetas de 1000 ml.
- ✓ Vaso de 500 ml.
- ✓ Desecador, estufa y pisceta.
- ✓

- **Reactivos:**
 - ✓ Hexametáfosfato de sodio (agente dispersante)
- **Procedimiento**
 - ✓ Pesar 50 g. de muestra.
 - ✓ Colocar la muestra en el vaso de dispersión y añadir 50 ml de solución dispersante, además agua desionizada hasta que la superficie del líquido quede 6 cm. por debajo del borde.
 - ✓ Remover la dispersión durante 5 minutos utilizando el agitador mecánico.
 - ✓ Verter a una probeta de 1 litro arrastrando todas las partículas con agua desionizada.
 - ✓ Completar el contenido, utilizando agua desionizada hasta una marca bien definida de la probeta.
 - ✓ Homogenizar los contenidos.
 - ✓ Dejar la probeta en reposo.
 - ✓ Introducir, el densímetro cuidadosamente en la dispersión.
 - ✓ Controlar, el tiempo a los 40 seg.

Figura 36: Gráfico para la denominación de los suelos según el triángulo de textura.



Fuente: Braulio Vitorino F. 1988 Pág. 10.

Los resultados obtenidos se sintetizan en los siguientes tablas:

Tabla 18: Textura Arena %

MUESTRAS DE TIERRA ARCILLOSA					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
1.90	3.81	17.80	25.80	9.81	23.82

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC) 2016. Cuadro: Propio.

Tabla 19: Textura Arcilla %

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
74.5	81.80	56.84	56.83	60.85	54.86

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC). 2016. Cuadro: Propio.

Tabla 20: Textura Limo %

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
21.0	9.24	24.5	16	32	20.5

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC). 2016. Cuadro: Propio.

Tabla 21: Clase Textural

MUESTRAS DE ARCILLAS					
M-1	ESTABLO	M-3	M-5	M-2	M-4
Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla

Fuente: Laboratorio fisicoquímico- MC. QUÍMICA LAB. (UNSAAC). 2016. Cuadro: Propio.

Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

Figura 37: Muestras trituradas de las arcillas de Q'ochapata listos para su análisis



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016.

Figura 38: Muestras trituradas de las arcillas de Q'ochapata listos para su análisis



Fuente: : Elaboracion Propia. Fotografia: M. Paredes 2016..

CAPÍTULO VI

RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1 RESULTADO

La presente investigación establece los procedimientos metodológicos y técnicos recomendados en estudios sobre casos y análisis similares, incluyendo las referencias bibliográficas, respecto a vetas de arcilla y análisis fisicoquímico de las mismas, que fueron utilizadas en la manufactura alfarera prehispánica, concatenándose incluso en la actualidad como una variable útil e interesante de verificación y determinación de componentes en la cadena productiva de objetos de cerámica, así como de sus procedencias, corredores de intercambio en arcilla, y otros factores que complementan la investigación en la región del Cusco, respecto a la articulación cultural ocurrida y ocurrente, entre las principales cuencas hidrográficas de los pisos quechua, puna y ceja de selva.

Los resultados de investigación hacen referencia igualmente a las áreas culturales de influencia, definidas por los alcances tecnológicos y estilísticos, los cuales sirven para establecer inferencias y relaciones comparativas de ubicación y análisis, respecto a la procedencia de diversa materia prima de arcillas. Así mismo, interesa como resultados las especificaciones técnicas utilizadas en el tratamiento y análisis de laboratorio, los cuales servirán como indicadores básicos de referencia en argumentación definitiva de si las muestras de cerámica han sido fabricadas a nivel local, o fueron elaboradas en un contexto foráneo, de dónde se “importaban” hacia el medio local.

En ese entender, el siguiente capítulo evidencia en forma comprimida los resultados obtenidos a lo largo del proceso de investigación, y su redacción aparece ordenada conforme a los diversos procedimientos y fases de trabajo cumplidos, entre ellos el trabajo de campo inicial para el recojo de muestras, los procedimientos y resultados de análisis practicados en el laboratorio de la Dirección Regional de cultura Cusco, así como en el laboratorio MC. LAB. -UNSAAC, los resultados de correlaciones de muestras de arcilla con material industrial recolectado en la zona de estudio, los datos de correlaciones de muestra de arcilla y muestras de cerámica procedente del sitio arqueológico de Q'ochapata, entre los principales; para lo cual ha sido necesario el procedimiento de fluorescencia de rayos x, y el análisis fisicoquímico y textural.

Dichos resultados son representados con minuciosidad a través de gráficos, tablas y cuadros explicativos que ayudan a entender y comprender los resultados hallados, lo cual incrementa el nivel de validez y confiabilidad científica requeridos para este tipo de investigaciones, y los que hemos cumplido escrupulosamente.

El diseño de investigación, desarrolla una primera fase basada en exploraciones geográficas, geológicas de las posibles vetas de arcillas emplazadas en la zona de estudio, divididas en margen derecha e izquierda del río Lucumayo y/o valle del Amaybamba de cuya identificación se fueron ordenando los procedimientos de campo ejecutados

6.1.1. RESULTADOS DE CAMPO

En concordancia con el diseño de investigación asumido en el presente estudio, se desarrolló una primera fase sustentada en previas exploraciones geográficas y geológicas de posibles vetas de arcilla, emplazadas en una extensión geográficas considerable y ubicada en la zona de estudio. Dicha extensión geográfica fue dividida en los sectores de: a) margen derecha, b) margen izquierda, correspondientes al río

Lucumayo, cuyo recorrido se realiza por el valle del Amaybamba. Según estos parámetros de ubicación, se fueron desarrollando los procedimientos de campo.

El trabajo de campo cumplido por el equipo de investigación en el reconocimiento del relieve agreste, estuvo inicialmente acompañado de ciertas dificultades, con especial mención de la superficie territorial tupida de vegetación densa, donde se debía cumplir el trabajo de campo. Una de las formas de auxilio para superar el problema, ha sido recurrir a la información etnográfica que recogimos previamente de algunos pobladores en la zona, incluyendo la información de personas en asociadas al trabajo en depósitos destinados para la fabricación de ladrillos y bloquers. Otras personas consultadas fueron aquellas dedicadas a la manufactura de cerámicos en la producción local, siempre circunscrito en el ámbito distrital.

La ubicación de estos yacimientos de materia prima permitió establecer un radio geográfico de procedencia, contemplados dentro del plano de las vetas (Ver plano N° 07 y 08), facilitando su ubicación y dimensionando el radio de acción que mostraron los artesanos prehispánicos para obtener los materiales básicos de su interés (arcillas y desgrasantes) y manufacturar vasijas usadas en la preparación y consumo de alimentos principalmente.

El examen geológico preliminar, realizado por el equipo exploratorio dirigido por el ingeniero Mario Cumpa Cayuri, Mauro Zegarra y zenovio Valencia, estableció mediante técnicas macroscópicas in situ en el lugar, cierta similitud geológica entre las vetas identificadas, lo cual se verifica que pertenecen a las mismas formaciones rocosas y sedimentarias provenientes de los fenómenos orogénicos y erosivos, provenientes de los nevados circundantes, particularmente del Bonanta y la Verónica.

En tal contexto, se llegaron a ubicar 5 posibles vetas de materia prima caracterizadas según las descripciones siguientes:

Veta 1

Ubicada en la margen derecha del río Lucumayo, en el sector denominado “establo”, emplazado a su vez cerca del cauce del río, el lugar está cubierto por vegetación arbustiva y arbórea, y su explotación se explica la razón de constituir un escampado irregular. Está cercana a una trocha carrozable, la cual une el fundo establo con la localidad de Huyro. Las precisiones geológicas la describen como una veta a tajo abierto, sobresaliendo una matriz de tierra arcillosa de color 5Y7/2, semicompacta, con componentes rocosos de tamaños pequeños y formas irregulares. La razón de esta estructura se debe a las alteraciones por rodamiento y erosión aluvial y fluvial.

Veta 2

Esta veta queda ubicada en la margen izquierda del río Lucumayo. Se puede afirmar que, es la veta más cercana al sitio de Q'ochapata, además de adyacente con la quebrada del Yurakmayo. Se caracteriza geológicamente por construir una matriz arcillosa de coloración rojiza, además de coloraciones dispersas 5Y 4/1, y de consistencia semicompacta. Las incrustaciones rocosas definidas por piedras irregulares, entre pequeñas y medianas, se explica porque se encuentran en pleno proceso erosivo y de ensanchamiento por el deslizamiento de la quebrada de Yurakmayo, además de factores pluviales y aluviales.

Veta 3

Esta veta, se ubica en la margen derecha del río Lucumayo, cercana al sector establo y mucho más cercana hacia el río y la vía carrozable. Su

emplazamiento es relativamente accidentado, y está cubierto prácticamente por vegetación arbustiva y arbórea. Se caracteriza por presentar una matriz arcillosa de coloración 10YR 7/4, de consistencia semicompacta, cuyos componentes rocosos son piedras irregulares de tamaño pequeño a mediano.

Veta 4

La ubicación de esta veta es la margen izquierda del río Lucumayo, en dirección noreste de la veta 3, antes citada, y muy cercana a la quebrada del Tunkimayo. Las características geológicas que caracterizan esta fuente, es la definición de una matriz de arcilla clasificada con el tipo de coloración 10YR7/6, de naturaleza semicompacta, con una composición de piedras irregulares cuyos tamaños van de pequeños a medianos.

Veta 5

Finalmente, esta veta queda ubicada hacia la margen derecha del río Lucumayu, adyacente al fundo establo y a la vía carrozable que conduce hacia la población de Huyro. La veta se encuentra cubierta prácticamente por una tupida vegetación arbustiva y arbórea, concentrándose este recurso en una situación de tajo abierto, siendo utilizada en la actualidad por los alfareros de la población local. Sus características geológicas quedan definidas como una matriz arcillosa de coloración 10YR 7/6, de consistencia semicompacta e incrustaciones inclusiones observables a simple vista con piedras irregulares de tamaño pequeño.

6.1.2. RESULTADOS DE LABORATORIO

Luego de realizar el muestreo aleatorio geográfico y geológico en los lugares de sedimentos arcillosos, y después de proceder con la selección y recolección de muestras diferentes de arcilla, se describen a continuación los resultados del análisis realizado en el laboratorio de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (DDCC) así como en el laboratorio MC. QUIMICA LAB. Cuyo proceso se corresponde con un análisis macroscópico, microscópico, análisis por fluorescencia de rayos X y análisis fisicoquímico.

LABORATORIO DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE CULTURA CUSCO

- **Resultados del Análisis de composición química elemental por fluorescencia de rayos X en muestras de arcillas y los derivados de cocción.**

Del total de muestras analizadas en elementos mayoritarios por p.p.m. se han obtenido los siguientes resultados de laboratorio (Ver tabla N° 22 y gráfico N° 5):

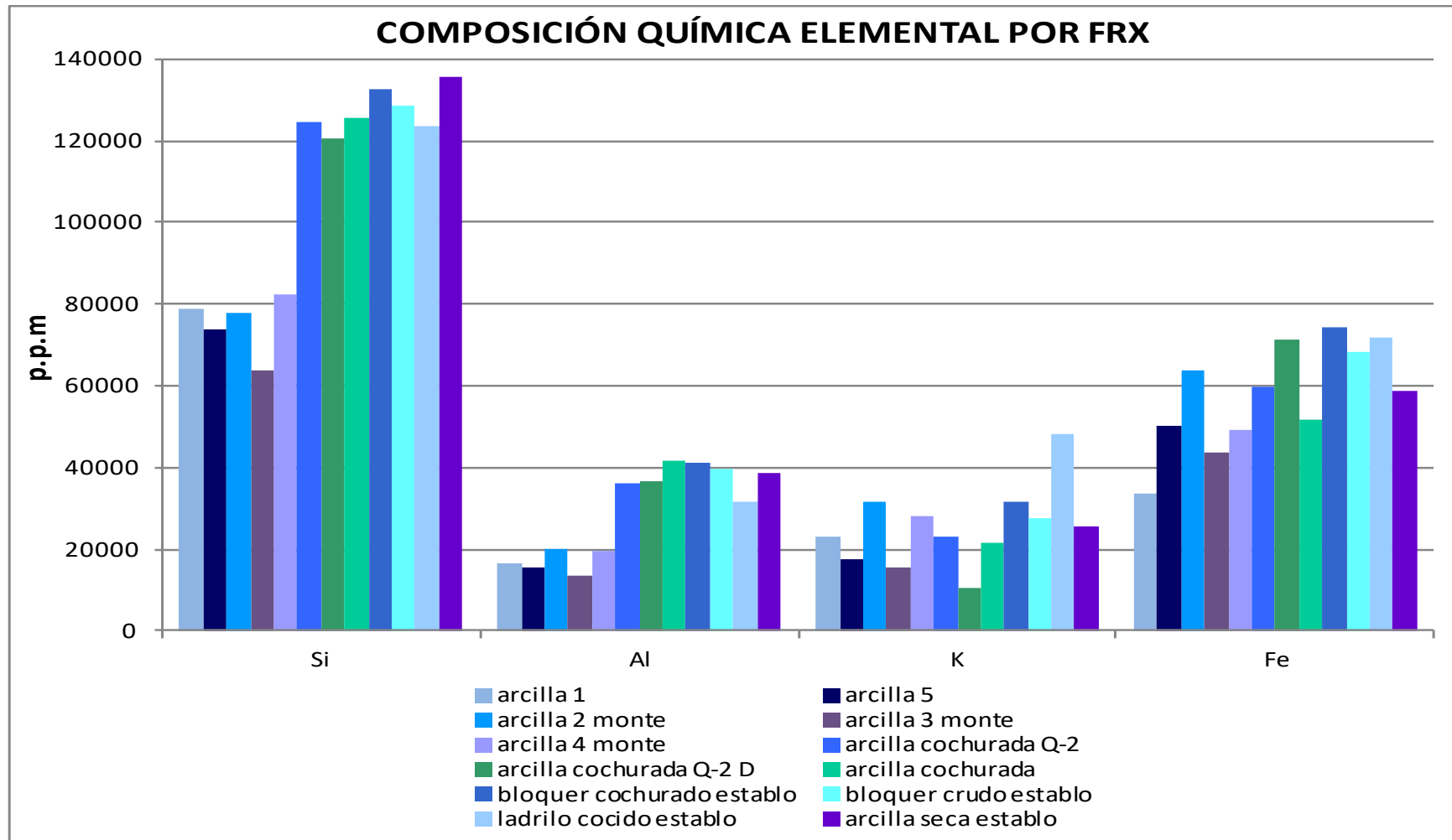
ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL POR FRX:

Tabla 22: Total de muestras de arcilla y material cochurado. Analizados.

ELEMENTOS MAYORITARIOS p.p.m										
MUESTRA	Si	Al	K	Fe	Mn	Ti	Ca	Mg	P	Zn
arcilla 1	78995.91	16625.33	23163.4	33677.87	359.28	5571.59	1071.56	< LOD	531.95	116.6
arcilla 5	73719.4	15445.4	17599.9	50451.86	101.75	7696.37	242.49	< LOD	913.67	38.16
arcilla 2 monte	77884.8	20083.61	31722.9	63673.27	410.24	6187.41	550.47	< LOD	807.53	54.32
arcilla 3 monte	63970.07	13297.78	15585.2	43564.43	49.8	6939.55	270.42	< LOD	809.7	27.68
arcilla 4 monte	82291.6	19348.26	28001.1	49142.88	460.57	6052.15	418.62	< LOD	700.1	40.24
arcilla cochurada Q-2	124381	36080.43	22882.7	60002	754.97	7508.97	588.21	< LOD	1454.86	297.32
arcilla cochurada Q-2 D	120347.24	36545.08	10505.4	71356.34	612.6	9555.8	793.38	6503.26	2246.52	77.41
arcilla cochurada	125594.33	41437.56	21639.1	51634.75	567.05	8390.03	691.88	< LOD	1705.5	40.68
bloquer cochurado establo	132567.41	40993.43	31691.5	74410.12	1502.68	6105.07	1950.57	< LOD	1495.49	174.39
bloquer crudo establo	128473.61	39697.59	27329.3	68391.3	1240.31	6337.72	2022.58	< LOD	1434.69	137
ladrillo cocido establo	123472.86	31823.78	48186.1	71810.23	1453.29	5511.26	5565.2	< LOD	1482.13	1048.29
arcilla seca establo	135766.14	38749.75	25656.7	58719.73	480.64	6841.99	1180.87	< LOD	886.74	139.57

<LOD = CANTIDAD POR DEBAJO DEL LÍMITE DE DETECCIÓN DEL EQUIPO. Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Gráfico 5: Composición química elemental de las muestras de arcilla de cada veta.



Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Describiendo la tabla N° 22, se verifican 10 elementos químicos medidos por p.p.m; siendo éstos: Silicio (Si) en mayor cantidad, seguido de hierro (Fe), potasio (K), aluminio (Al), titanio (Ti), fosforo (P), calcio (Ca), manganeso (Mn), cinc (Zn) y magnesio (Mg). De los citados elementos químicos, se vuelve a reiterar que los de mayor presencia en las muestras analizadas, fueron el silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K) y hierro (Fe) (Ver tabla N° 22). Los elementos de menor presencia en cantidad, fueron el manganeso (Mn), titanio (Ti), calcio (Ca), magnesio (Mg), fosforo (P), y cinc (Zn). Estos datos definen los elementos químicos presentes en los materiales coccionados o cochurados y con mayor concentración.

En el caso del manganeso (Mn), solo se detectó presencia en la muestra de arcilla cochurada Q-2D, lo cual significa que la cantidad de dicho elemento químico está por debajo del límite de detección.

En el gráfico N° 5, se describe la composición química elemental de los cuatro elementos químicos con mayor presencia, tal como el silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), y hierro (Fe). En el gráfico, se puede observar una marcada diferencia entre las arcillas y sus derivados de cocción (ladrillos y demás), especialmente cuando se trata del contenido de silicio, exceptuando la muestra de arcilla seca de establo cuya composición es similar a los productos de cocción, ya que esta muestra es un derivado de las muestras de arcillas del sector establo.

- **Resultados del Análisis de correlación utilizando el CPS en metales refractarios de las muestras de arcillas y derivados de cocción.**

De igual forma, se llevó a cabo el análisis de correlación de muestras, utilizando el CPS para metales refractarios, con el propósito de establecer el grado de semejanza entre las arcillas analizadas y determinar si alguna de ellas, fuera utilizada

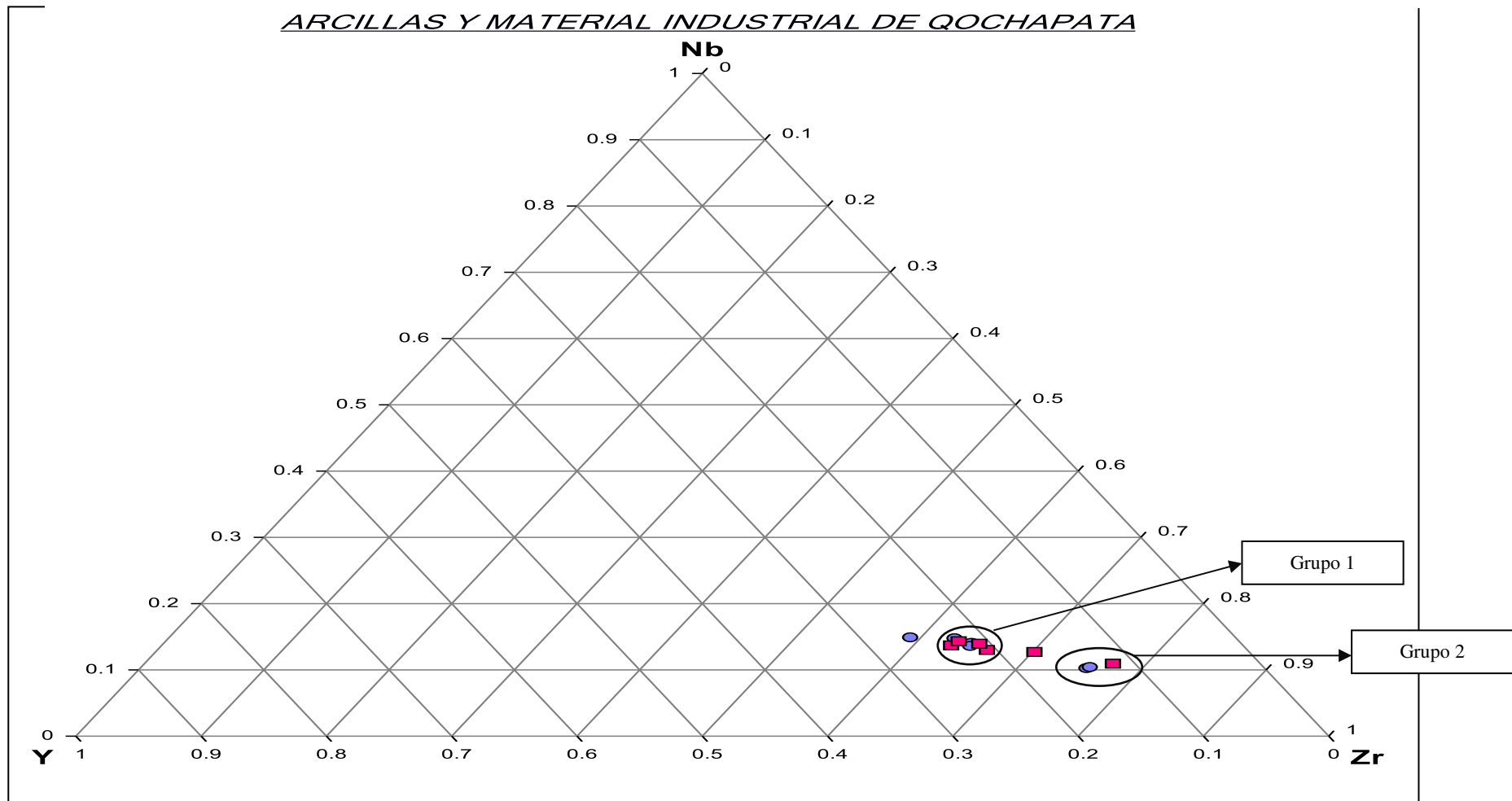
para la elaboración de algunos derivados de cocción. Igualmente, se utilizó el conteo por segundo para tres metales refractarios, entre ellos el itrio (Y), niobio (Nb) y circonio (Zr) (Ver tabla N° 23 y gráfico N° 6), luego se correlacionaron los datos por medio de gráficas ternarias, lográndose los siguientes resultados

Tabla 23: Conteo por segundo en metales refractarios

METALES REFRACTARIOS - CPS				
INTENSIDAD Kα1 (KeV)		14.955	15.78	16.62
ELEMENTO		Y	Zr	Nb
MUESTRAS DE ARCILLA Y MATERIAL INDUSTRIAL	arcilla 1	11.761122	35.283363	7.708714
	arcilla 5	13.021751	69.194588	9.406232
	arcilla 2 monte	12.87527	29.340759	7.39709
	arcilla 3 monte	11.766449	64.285713	8.861884
	arcilla 4 monte	11.529052	32.171253	7.584098
	arcilla cochurada Q-2	10.968531	44.88237	8.127101
	arcilla cochurada Q-2 D	10.430564	68.556702	9.70285
	arcilla cochurada	16.808699	53.540997	10.520129
	bloquer cochurado establo	12.10026	32.728321	7.116105
	bloquer crudo establo	10.847356	30.679089	6.941106
	ladrilo cocido establo	11.14687	34.698654	7.431246
	arcilla seca establo	11.634184	34.422791	7.256372

Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Gráfico 6: Gráfico ternario de correlación de arcillas y material industrial



Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. Material Industrial Q'ochapata ■ Arcillas ■

En la correlación establecida en el gráfico ternario se distinguen dos grupos y dos muestras no correlacionadas, siguientes:

- El grupo 1 está conformado por las arcillas: 1, 4 monte, seca establo a partir de las cuales se han podido elaborar las muestras de arcilla cochurada, bloquer cochurado establo y bloquer crudo establo.
- El grupo 2 conformado por las arcillas: 5, 3 a partir de las cuales se obtuvo la muestra de arcilla cochurada Q-2D.
- Se observan además dos muestras aisladas que no guardan correlación con los grupos, ni entre ellas, estas muestras son: arcilla cochurada Q-2 y arcilla monte 2.
- Finalmente se confirma que los materiales industriales son productos derivados de las arcillas.

- **Resultados del Análisis fisicoquímico y textural de las arcillas**

Los análisis de tipo fisicoquímico y textural, practicados en las muestras de arcilla, cuantificaron los parámetros de las vetas N° 1, 5, 3, 2 y 4, además de la arcilla seca del sector establo, evidenciando resultados obtenidos por el análisis de FRX además del análisis textural determinados porcentajes de arena, limo y arcilla diferenciados, pero coincidiendo en cuanto a pertenecer a suelos arcillosos de estructura fina. Se determina las siguientes conclusiones:

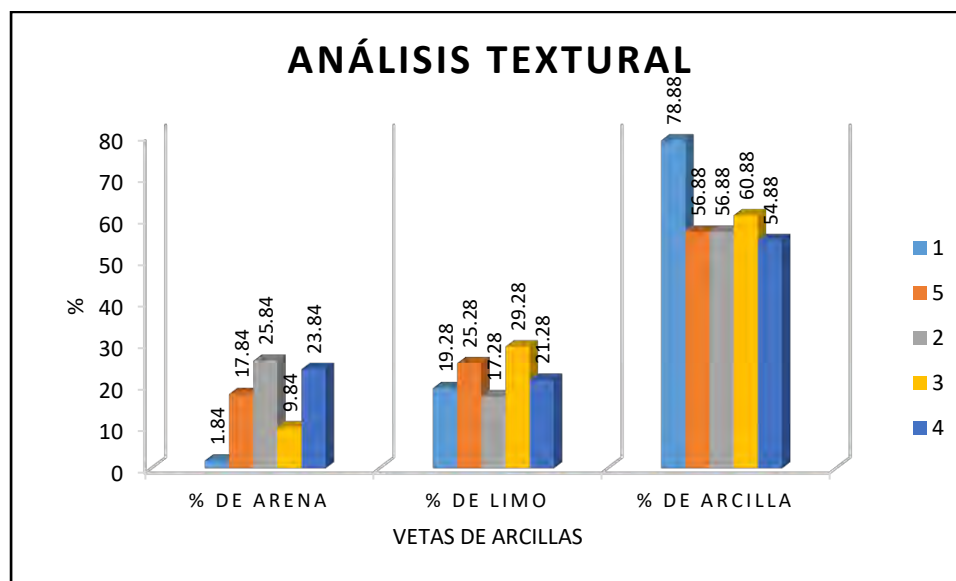
Tabla 24: Análisis textural

PARÁMETROS	MUESTRAS DE ARCILLA					
	1	5	2 MONTE	3 MONTE	4 MONTE	SECA ESTB.
% de Arena	1.84	17.84	25.84	9.84	23.84	3.84
% de Limo	19.28	25.28	17.28	29.28	21.28	9.28
% de Arcilla	78.88	56.88	56.88	60.88	54.88	86.88
Tipo de Suelo	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso	Arcilloso
Textura	Fina	Fina	Fina	Fina	Fina	Fina

Fuente: laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Los resultados evidencian que, las seis muestras analizadas según el análisis textural, son arcillas de textura fina; que, sumados los porcentajes de arena, limo y arcilla, se llega al 100%.

Gráfico 7: Analisis textural de Arena, Limo y Arcilla



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

En el gráfico N° 7, se observa con claridad que las cinco muestras, tienen una mayor concentración de arcilla, seguido de limo, y finalmente de arena. Esto evidencia que las cinco muestras de arcilla, son aptas para la fabricación de cerámica.

Tabla 25: Análisis fisicoquímico

PARÁMETROS	MUESTRAS DE ARCILLA					SECA ESTB.
	1	5	2 MONTE	3 MONTE	4 MONTE	
Densidad real	1.32	1.15	1.26	1.18	1.28	1.38
Densidad aparente	1.66	1.40	1.49	1.43	1.51	1.56
Volumen real	125.76	121.74	118.25	121.19	117.97	113.04
Humedad Total	4.96	4.84	5.64	5.16	5.76	5.23
pH	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Color	5Y 7/2	10YR 7/6	5Y 4/1	10YR 7/4	10YR 7/6	5Y 7/3

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

En cuanto al análisis fisicoquímico la densidad real, la densidad aparente, el volumen real, la humedad total y el pH, los datos no varían mucho en las seis muestras; pues, el pH se mantiene en las cinco muestras en un índice de 5.5.

Finalmente, ambos análisis realizados; es decir, tanto el textural, así como el fisicoquímico, arrojan similitudes entre arcillas.

Resultados de los Análisis en laboratorio MC. QUIMICA LAB.

- **Análisis microscópico**

Fue realizado mediante la observación de cada una de las muestras seleccionadas (5 en total) recurriendo a un microscopio de 20X en el laboratorio fisicoquímico. En la medición establecida, se han registrado indicadores de tamaño, cantidad y distribución de las inclusiones presentes respecto a la matriz, llegándose a demostrar que, desgrasantes o antiplásticos concentrados en las cinco muestras de arcilla, están constituidas en cantidades mínimas, por pequeñas partículas de arenas entre ellas, cuarzo, conglomerados, areniscas, micaesquistos, lutitas, cuarcitas, feldspatos, entre otras. Dichas arcillas no contienen muchos antiplásticos, lo que hace deducir que las mismas, habrían sido mezcladas con arenas de la cuenca del río Lucumayo, de forma intencional; afirmación que se respalda en el hecho de que, la pasta de cerámica contiene tales materiales de río como desgrasantes.

Así mismo, se logró identificar y corroborar la coloración de cada arcilla, correspondiendo éstas, para la muestra 1, el color 5Y 7/2; para la muestra 2, el 5Y 4/1; para la muestra 3, 10YR 7/4; para la muestra 4, 10YR 7/6 y la muestra 5, el color 10YR 7/6.

- **Análisis fisicoquímico.**

El análisis fisicoquímico realizado, contribuyó a despejar ciertos vacíos informativos sobre las arcillas proveniente de las vetas identificadas en la zona de estudio. Antes, se logró determinar algunos indicadores de humedad, fosfatos, conductividad eléctrica, presencia de carbonatos, pH, contenido de hierro, además de complementar la definición de textura en cada una de las muestras, en orientación a los procedimientos específicos para cada uno de ellos, y conforme a estudios de casos similares. (Ver tabla N° 26).

Estos datos que están estrechamente correlacionados a su ubicación geográfica y las condiciones medio ambientales geológicas, ordenadas en el siguiente cuadro:

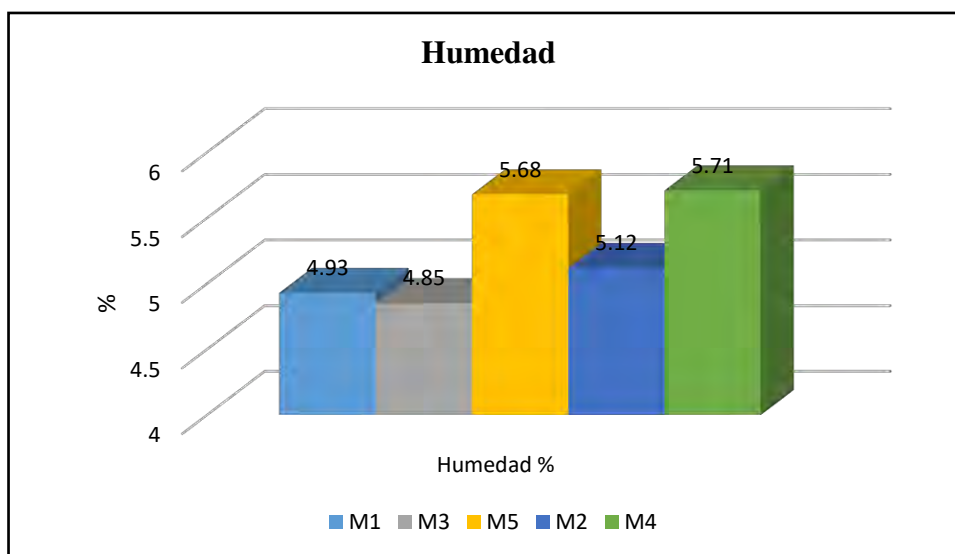
Tabla 26: Resultados del análisis fisicoquímico

ARCILLAS.						
	M1	Establo	M3	M5	M2	M.4
Humedad %	4.93	5.20	4.85	5.68	5.12	5.71
HPO4 = mg/100.	0.8	1.7	1.9	1.1	0.9	1.6
CL = mg/100.	29	19	8	8	8	6
CE uS/cm.	200	280	160	160	80	100
Ca CO3 %	0.25	0.25	0.25	0.75	0.50	0.25
pH	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.7
Fe mg/100	280	615	284	630	620	49
Textura: arena %	4.5	1.5	17.80	25.80	9.81	23.82
Arcilla %	74.5	75.5	56.84	56.83	60.85	54.86
Limo %	21.0	9.24	24.5	16	32	20.5
Clase Textural.	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla.

Fuente: laboratorio MC. QUIMICA LAB.UNSAAC. 2017. Cuadro: Propio.

Respecto al porcentaje de humedad se estableció similitudes correlacionales entre todas las muestras analizadas, alcanzando a determinar el peso de agua existente en la masa del suelo, expresadas en porcentajes y en gramos, a partir de la muestra del suelo húmedo, obtenidos de la succión total de agua y volumen real de las arcillas analizadas (Ver gráfico N° 8).

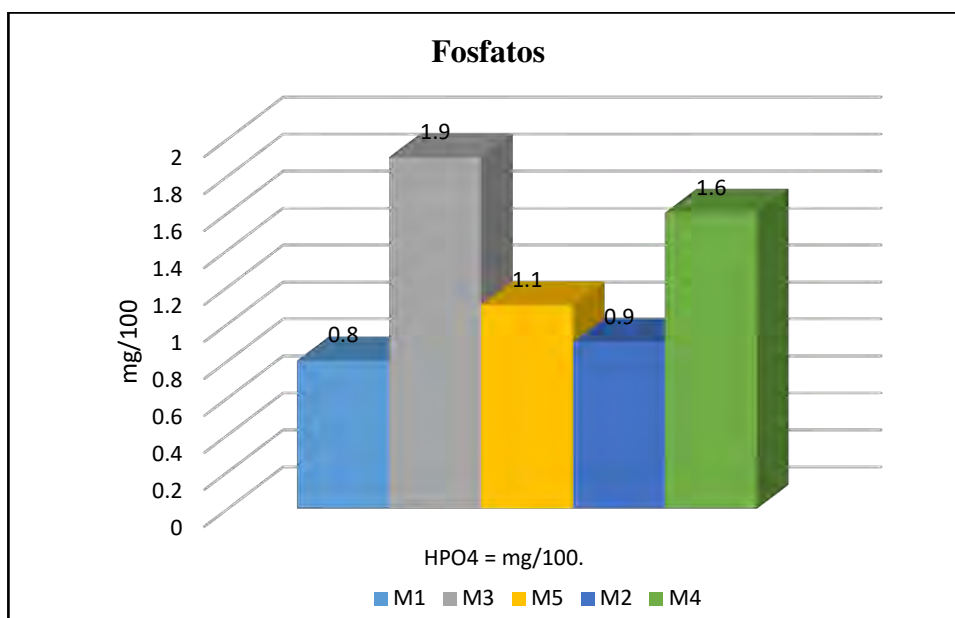
Gráfico 8 Determinación de la Humedad



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

Conforme al gráfico N° 34; se observa que la muestra M1 tiene 4.93% de humedad, la M2 evidencia un 4.85%, la M5 tiene 5.68%, la M2 tiene 5.12% y; por ultimo, la muestra M4 contiene un 5.75%. de humedad. Es decir, la diferencia de humedades en las 5 muestras no varía demasiado, lo cual permite inferir que las arcillas tienen una humedad apta para la elaboración de fragmentos de cerámica. Esta característica ayuda a que la arcilla tenga plasticidad y sea facilmente maleable.

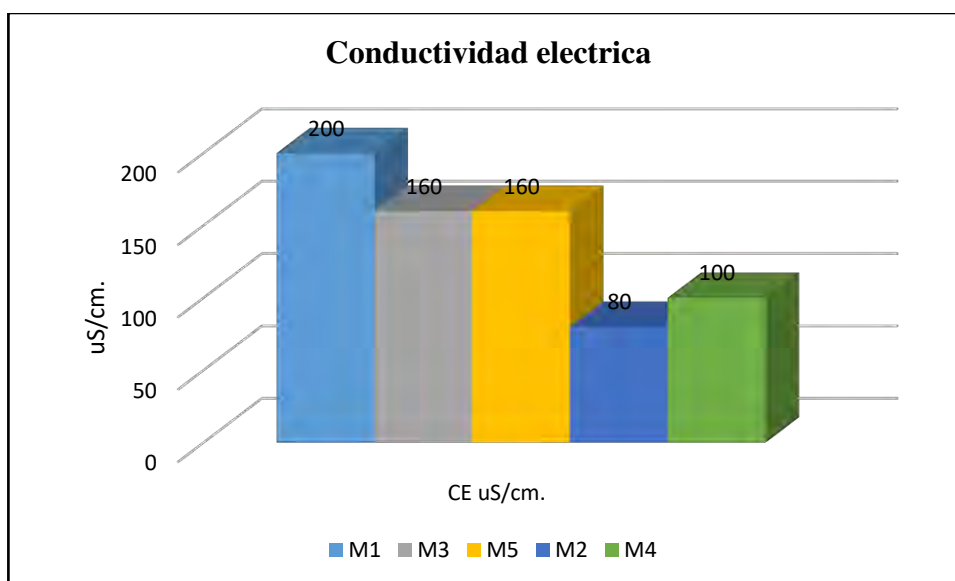
Gráfico 9: Determinación de Fosfatos



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

Con respecto a los fosfatos, y conforme al gráfico N° 9, se verifica que la muestra M1 tiene 0.8 mg. de los mismos, la muestra M3 contiene 1.9 mg., la muestra M5 expresa 1.1 mg., la muestra M2 tiene 0.9 mg. y por ultimo la muestra M4 expresa 1.6 mg. Es decir, la diferencia en el contenido de fosfatos, tampoco varía demasiado entre las muestras, manteniéndose dentro de los estándares apropiados.

Gráfico 10: Determinación de la conductividad electrica en unidades de micro siemen/centímetro (uS/cm).



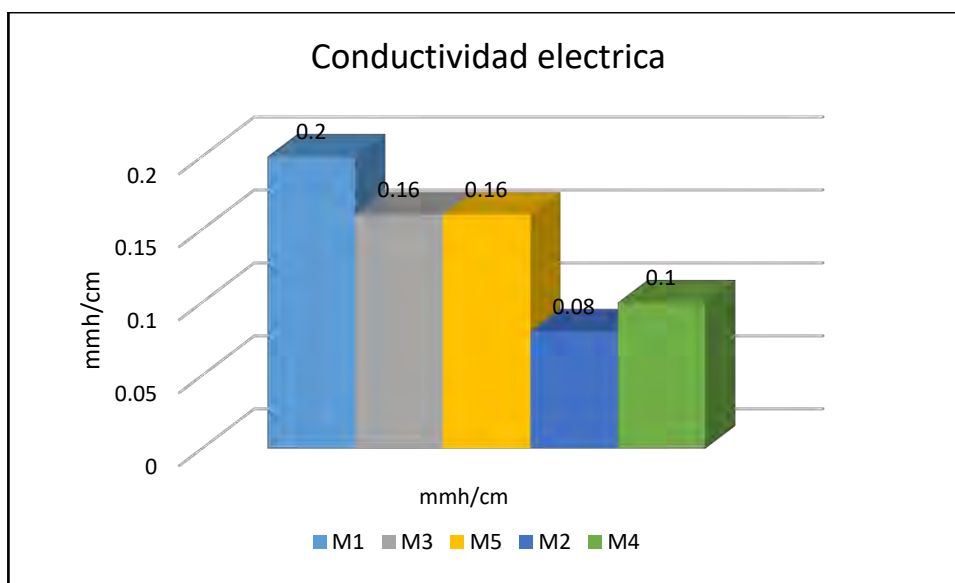
Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

De acuerdo a los resultados descritos en el (gráfico N° 10), evidencia que, la muestra M1 contiene 200 us/cm., la muestra M3 expresa 160 us/cm., la muestra M5 contiene 160 us/cm., la muestra M2 contiene 80 us/cm. y la muestra M4 expresa 100 us/cm.

Como es de verificar, las muestras M1, M3 y M5, contienen cantidades altas de conductividad eléctrica, respecto a las muestras; M2 y M3.

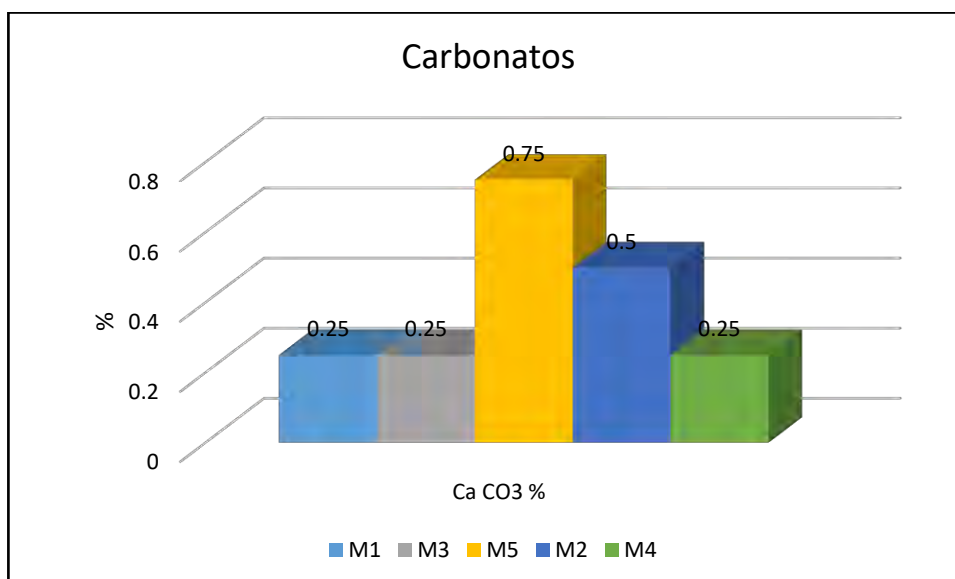
En tal sentido, basándonos en la clasificación de Ojeda y Caballero (1974), las muestras analizadas estarían clasificadas dentro de los materiales “no salinos” (Ver gráfico N° 10 y 11).

Gráfico 11: Determinación de la conductividad eléctrica expresados en unidades de Milimhos/centímetro (mmh/cm).



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

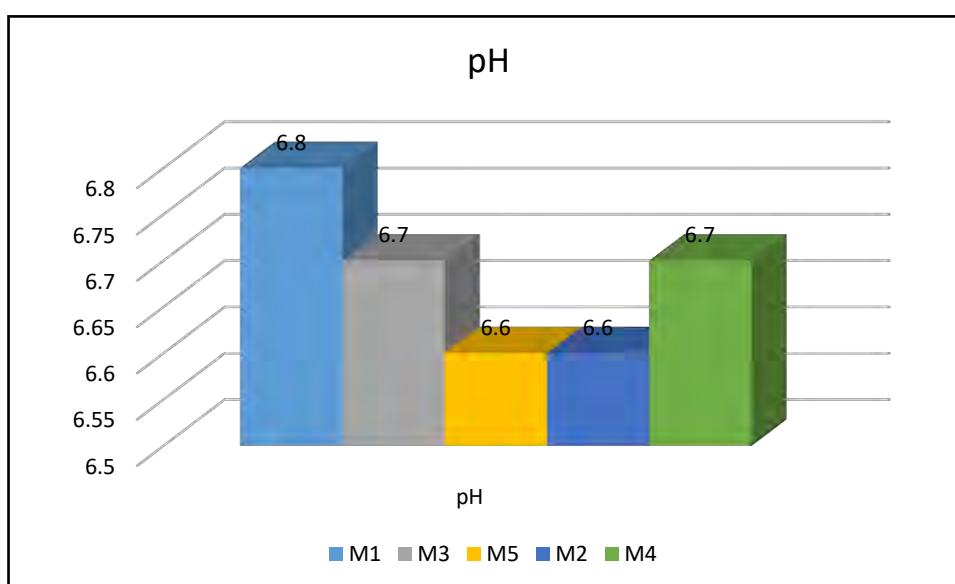
Gráfico 12: Determinación de carbonatos



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

Con relación al (gráfico N° 12) se verifica que la muestra M1 presenta concentraciones de carbonatos del 0.25%, muestra M3 contiene 0.25%, la muestra M5 tiene 0.75%, muestra M2 expresa el 0.5% y la muestra M4 tiene 0.25%. del mismo modo la diferencia existente en las cinco muestras no es muy variado.

Gráfico 13: Determinación de pH.

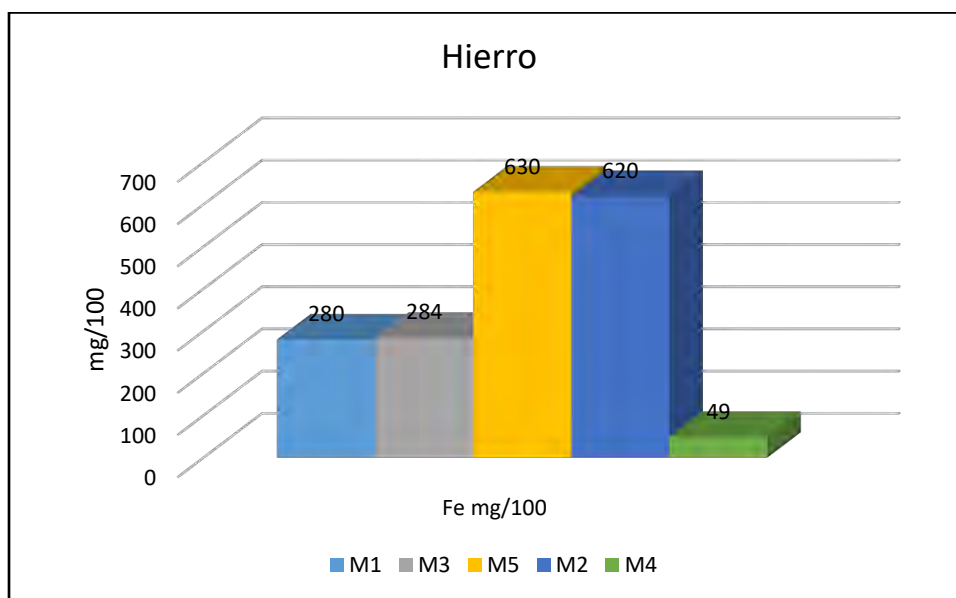


Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

En cuanto a la determinación del pH, y según los resultados descritos en el gráfico 13, se verifica que la muestra M1 contiene 6.8 de pH, la muestra M3 tiene 6.7 de pH, la muestra M5 tiene 6.6 de pH, la muestra M2 tiene 6.6 de pH y, la muestra M4 contiene 6,7 pH.

Como en los casos anteriores, las diferencias de pH entre las cinco muestras analizadas no son muy variadas, además que se mantienen dentro del margen de 6 pH; es decir, que se ubican en el rango de clasificación de las arcillas aptas para la elaboración de cerámicos. De igual forma, estos tipos de arcilla corresponden a las que se caracterizan en regiones húmedas.

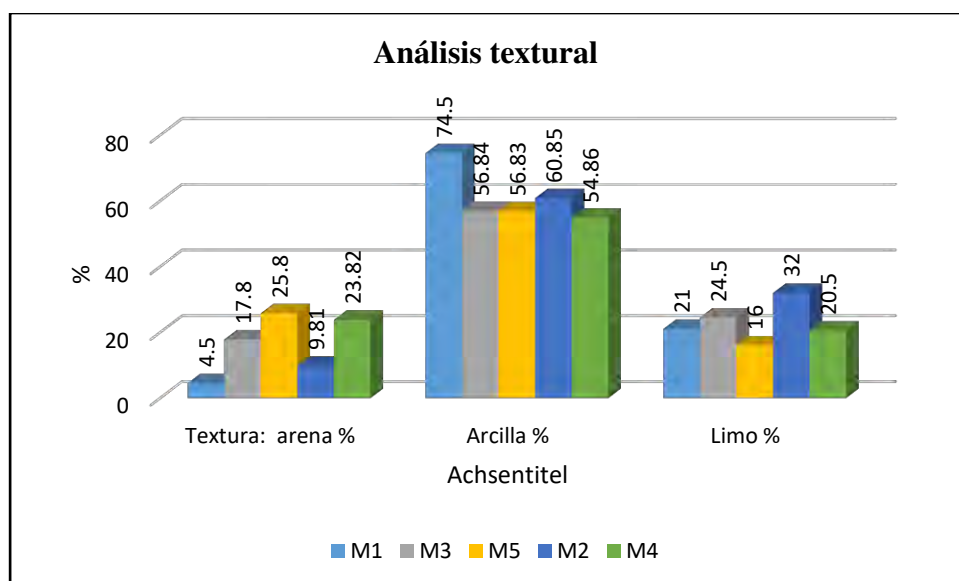
Gráfico 14: Determinación de Hierro



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

Según el gráfico 14, la muestra M1 contiene 280 mg/100 de hierro, la muestra M3, contiene 284 mg; la muestra M5 contiene 630 mg; la muestra M2 contiene 620 mg; y la muestra M4, contiene 49 mg del material evaluado. Se verifican similitudes entre las muestras M1 y M3; luego, entre las muestras M5 y M2. La muestra M4 es la que demostró menor cantidad de hierro respecto a las otras.

Gráfico 15: Análisis textural



Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio MC. LAB-UNSAAC. 2017.

Con respecto al análisis textural de las cinco muestras, se observa que las cinco muestras contienen mayor cantidad de arcillas, seguido por limo y arenas, contienen una predominante cantidad de arcilla, seguido de limo y arenas, definiéndose según el análisis textural que, las muestras tipificadas como; M1, M3, M5, M2 y M4, son aptas para la manufactura y/o producción de cerámica local, lo cual se sustenta en la composición de las arcillas con elementos básicos apropiados para ser utilizados en la actividad de la alfarería.

Respecto al porcentaje de humedad se estableció similitudes correlacionales entre todas las muestras analizadas, alcanzando a determinar el peso de agua existente en la masa del suelo y expresadas en porcentajes y gramos, a partir de la muestra del suelo húmedo, obtenidos de la succión total de agua y volumen real de las arcillas analizadas.

De ese modo, se corroboran los datos analíticos obtenidos mediante la técnica de FRX, demostrándose en primer lugar que si existe una correlación

estructural fisicoquímica entre las arcillas provenientes de la vetas identificadas en la zona de estudio.

Por tanto, se han definido parámetros y condicionantes para el desarrollo comparativo mediante la inferencia de los datos de análisis por medio de FRX, análisis fisicoquímicos y análisis textural de las pastas de cerámica especificados como fragmentos de cerámica hallados en excavaciones arqueológicas los cuales fueron catalogados con registros estratigráficos definidos o sellados, labor de campo que se desarrolló en el sitio Arqueológico de Q'ochapata por el proyecto TAPA, en el laboratorio fisicoquímico de la DDCC.

6.2 DISCUSIÓN

La necesidad del estudio arqueométrico desarrollado, tiene su origen en el análisis de resultados obtenidos mediante análisis fisicoquímicos, macroscópicos, microscópicos y texturales, ejecutados paralelamente en los laboratorios fisicoquímicos de la DDCC., UNSAAC escuela profesional de química y MC. QUIMICA LAB., orientados a definir las vetas de arcilla que fueron utilizados para la fabricación o producción de una alfarería local en el valle del Lucumayo y/o Amaybamba y el sitio arqueológico de Q'ochapata, se definió como zona de estudio incluyendo puntos adyacentes, donde se identificaron vetas de esta materia prima, que aún siguen siendo utilizadas por pequeños productores de la localidad de Huyro, quienes han centrado sus actividades en el sector denominado establo, adyacentes al fundo del mismo nombre, el cual está emplazado en la margen derecha del río Lucumayo, conformando los aterrazamientos geológicos del fondo del valle.

Se ubicaron también otros yacimientos arcillosos en la margen izquierda cercanas al S.A. de Q'ochapata donde afloran suelos que se diferencian en cuanto al porcentaje de componentes mineralógicos y en la coloración, presentando una textura clasificada como 'fina'.

Conforme a estudios consultados como antecedentes en el presente trabajo, se pudo revisar y extraer los diversos análisis empleados de la Arqueometría, es decir análisis fisicoquímicos, macroscópico, microscópico, textural y técnicas como el empleo de la Fluorescencia de rayos X (FRX), en trabajos extranjeros como el de Contreras R., Ixquiac, Se revisó el trabajo de Hernández & Campo (1998), el cual formaron un equipo multidisciplinario para la universidad de San Carlos de Guatemala realizando un análisis multielemental, por medio del método de fluorescencia de rayos X, en muestras arqueológicas y geológicas, provenientes de distintas regiones del país con fines aplicativos de técnicas analíticas nucleares, como es la industria, agricultura, geología, ecología, control de calidad entre otros, en el cual realizan una comparación químico elemental en arcillas y cerámicas, llegando a determinar los posibles rutas de comercio de dichas cerámicas.

Se consideró como base dicho trabajo cuyo análisis químicos y aplicación de fluorescencia de rayos X, fueron referencia para determinar a través de la comparación y filiación de elementos químicos, la procedencia de la cerámica del sitio arqueológico de Q'ochapata.

En la presente investigación se consideró como referencia, trabajos previos de estudios de casos similares y sugerencias, siguiendo el marco teórico arqueométrico, de acuerdo a nuestros objetivos que están basados en determinar las vetas de arcillas utilizadas en la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata,

los componentes fisicoquímicos que están presentes y caracterizan las vetas de arcilla, y determinar el porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q'ochapata, procedentes de las vetas de arcillas de la zona de estudio.

Cremonte & Bugliani (2006-2009) menciona, que se tiene que tomar en cuenta para determinar el origen o procedencia de la cerámica la utilización de métodos químicos fundamentalmente como la Fluorescencia de rayos X (FRX) el cual es el más usado.

Por otra parte, los métodos químicos son los que permiten establecer un nexo directo entre la composición de una pasta cerámica y los yacimientos de arcilla.

6.2.1 Respecto a vetas de arcillas que fueron utilizados en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata.

Según nuestros resultados, obtenidos mediante diversos análisis fisicoquímicos realizados tanto en los laboratorios de la DDCC y MC. QUIMICA LAB, se tienen datos válidos y científicos que respaldan al presente trabajo de tesis intitulado “Vetas de arcillas para la producción de cerámica prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata”, que a continuación se pone en discusión, estableciendo pautas de comparación con trabajos previos y otros datos teóricos revisados.

Primeramente, conforme a los resultados obtenidos en el laboratorio de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco, los resultados conseguidos con el Análisis de composición química elemental por fluorescencia de rayos X en muestras de arcillas y los derivados de cocción, se pudo observar que la composición química entre las muestras de arcillas y los materiales industriales, es muy parecida, salvo la que corresponde a la muestra seca de establo, cuya composición es algo particular respecto a las demás.

Así mismo, y según los resultados del análisis de correlación utilizando el CPS en metales refractarios de las muestras de arcillas y derivados de cocción, se trabajó con tres metales refractarios o de transición itrio (Y), niobio (Nb) y circonio (Zr), debido a que estos metales, poseen la característica de soportar altas temperaturas sin sufrir transformaciones fisicoquímicas; es decir, son una especie de huellas geoquímicas propias de metales refractarios; que, a través de gráficos ternarios, llegan distinguirse dos grupos y dos muestras no correlacionadas.

El grupo 1 estuvo formado por arcillas provenientes de la veta N° 1 y la veta N° 4; a partir de las cuales, se pudieron elaborar muestras de arcilla cochurada, bloquer cochurado establo y bloquer crudo establo. El grupo 2, formado por las arcillas provenientes de la veta 5 y la veta 3, dio lugar a la muestra de arcilla cochurada Q-2D. Además, se observó que dos muestras aisladas no guardan correlación con los grupos, ni entre ellas, estas muestras fueron la arcilla cochurada Q-2 y la arcilla de la veta N° 2. Por lo tanto, se aseveró que los materiales industriales analizados, son productos derivados de las vetas de arcilla, conforme se precisó en líneas previas.

El análisis de correlación realizado mediante el CPS en metales refractarios o de transición, se llevaron a cabo en la intensidad de medida $K\alpha_1$ (KeV); es decir, intensidad para el itrio (Y) 14.955, el niobio (Nb) 16.62 y circonio (Zr) 15.78. Dichos análisis, tanto de las muestras de arcilla como las muestras de materiales industriales y arcilla cochurada, se realizaron con la finalidad de corroborar con resultados confiables para dar soporte a la investigación, de acuerdo al problema y objetivos de estudio, los cuales tienen sustento en los trabajos de Druc (1988), quien hace mención, con respecto a los materiales de referencias ideales o residuos de materias primas halladas en contexto de las excavaciones arqueológicas en Q'ochapata.

Conforme a los resultados del Análisis fisicoquímico y textural de las arcillas, se llega a demostrar que existe similitud con respecto a las arcillas. Es decir, existe una variación no tan significativa, por ejemplo; en cuanto a la densidad real se encuentran dentro del margen de 1.15 a 1.38. en cuanto a la densidad aparente se encuentran dentro del margen de; 1.40 a 1.66. en cuanto al volumen real se encuentran en el margen de; 113.04 a 125.76. En cuanto a la humedad total se encuentran dentro del margen de 4.84 a 5.76; en cuanto al pH, se mantienen en 5.5 para todas las muestras. Es por ende que, ayuda bastante al presente trabajo para evidenciar datos válidos, respecto al análisis fisicoquímico.

En relación al análisis textural de las muestras, se verifica que todas las muestras están clasificadas como arcillas finas, conforme al triángulo de textura; es decir, son aptas para la fabricación de cerámica y materiales industriales ya que estos contienen mayor cantidad de arcilla y menor cantidad de arena y limo.

Según estos análisis, realizados en el laboratorio Mc. Quimica Lab. Se logran resultados del análisis microscópico y fisicoquímico, realizados en cada muestra de arcilla. Se logró identificar pequeñas cantidades de cuarzo, conglomerados, areniscas, micaesquistos, lutitas, cuarcitas, feldespatos, entre otras; el cual demuestran que estos componentes son provenientes de las formaciones geológicas en la zona de estudio. Cabe precisar que no se identificaron en grandes cantidades, lo que demostraría que estos desgrasantes hayan sido agregados de manera intencional por el ceramista con arena de los ríos, tal cual en la actualidad se realizan para la fabricación de materiales industriales como son los ladrillos, bloquer, tejas, entre otros.

Para cerciorarse en el material utilizado para estos productos e identificar las vetas de arcilla para la producción de cerámica; se realizó el análisis de filiación de

cerámica y arcilla, utilizando el CPS en metales refractarios, conformados por el itrio (Y), niobio (Nb) y circonio (Zr), cuyas características, como se dijo antes, son la capacidad de soportar altas temperaturas sin sufrir transformaciones fisicoquímicas. Es este caso, es importante tener en cuenta que el proceso de elaboración de cerámica implica varias etapas, una de ellas conocida como la de sinterización (cochura de cerámicas). Ahora bien, dependiendo de las temperaturas empleadas en esta etapa, se desarrollan ciertas transformaciones fisicoquímicas, para lo cual se eligieron los elementos que se utilizan, tales como huellas geoquímicas, en este los que poseen propiedades refractarias.

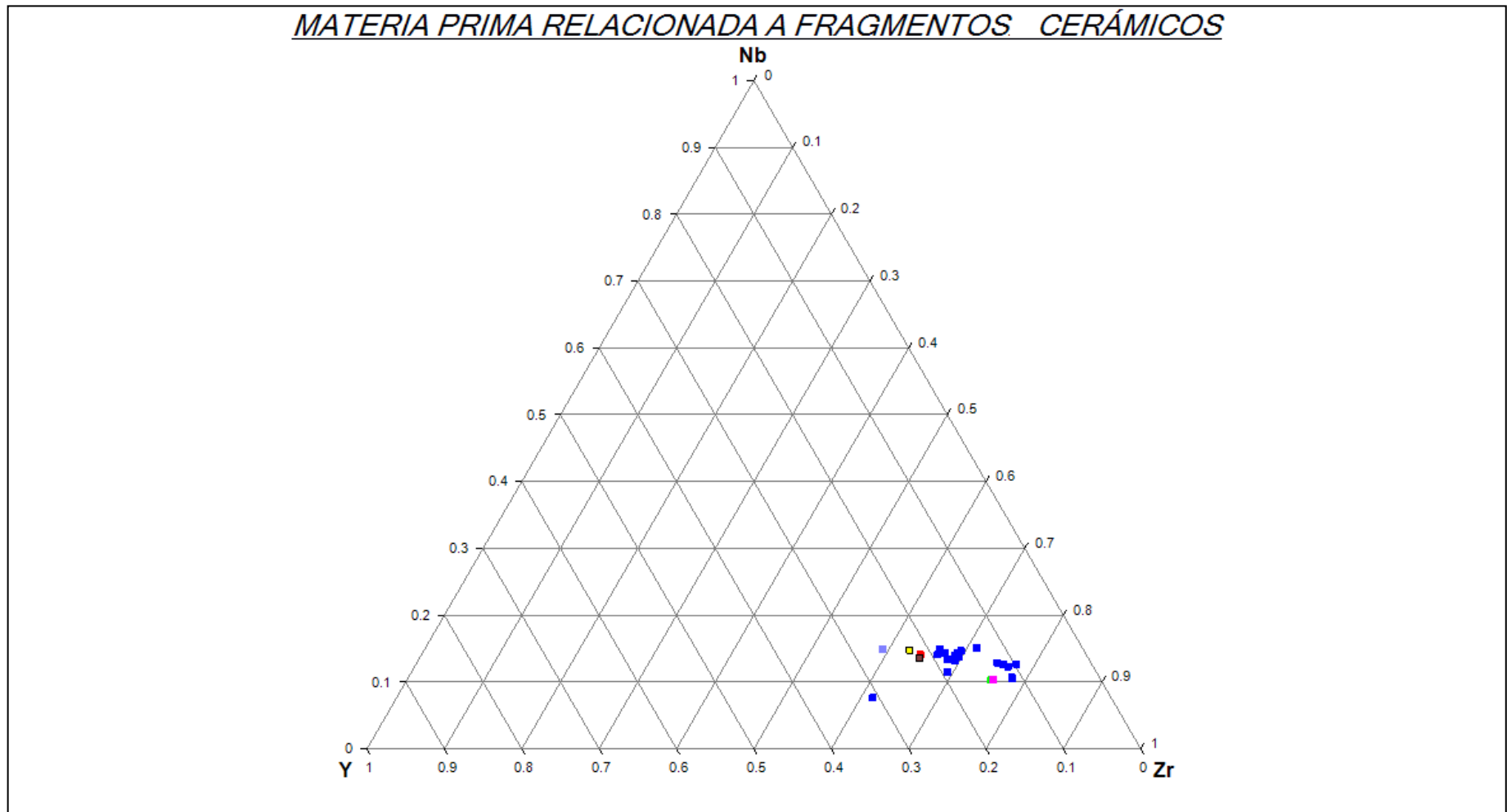
Respecto a la procedencia de la cerámica prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata, teniendo como base tanto los resultados de análisis fisicoquímico, microscópico, macroscópico y textural así como de arcillas, realizado en las 5 vetas de arcilla N° (1,2,3,4 y 5) y los cuatro tipos de cerámica (I, II, III y IV), se llega a determinar una correlación importante, mediante los elementos químicos analizados y mediante los metales refractarios o de transición, tales como el itrio (Y), el niobio (Nb) y el circonio (Zr), mediante el CPS bajo las mismas condiciones que en el análisis de filiación de cerámicas y arcillas sobre los espectros obtenidos en la técnica de FRX.

Tabla 27: Conteo por segundo

CONTEO POR SEGUNDO PARA METALES REFRACTARIOS			
INTENSIDAD $K\alpha 1$ (KeV)	14.955	15.78	16.62
MUESTRAS DE ARCILLA	Y	Zr	Nb
arcilla 1	11.76	35.28	7.71
arcilla 5	13.02	69.19	9.41
arcilla 2 monte	12.88	29.34	7.40
arcilla 3 monte	11.77	64.29	8.86
arcilla 4 monte	11.53	32.17	7.58
arcilla seca establo	11.63	34.42	7.26

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

Gráfico 16: Materia prima relacionada a fragmentos cerámicos.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016.

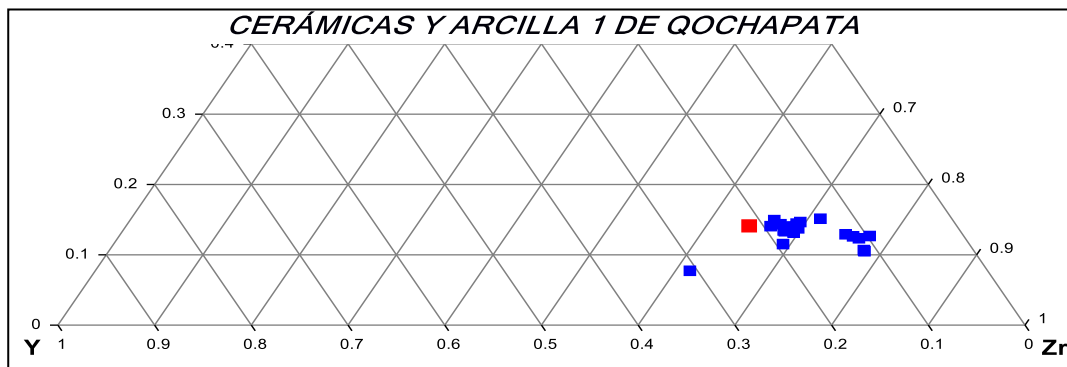
F. de Cerámica ■

Nb = Niobio, Y = Itrio, Zr = Zirconio.

■ Arcilla 1	■ Arcilla 5
■ Arcilla 2 Monte	■ Arcilla 3 Monte
■ Arcilla 4 Monte	■ Arcilla Seca Establo

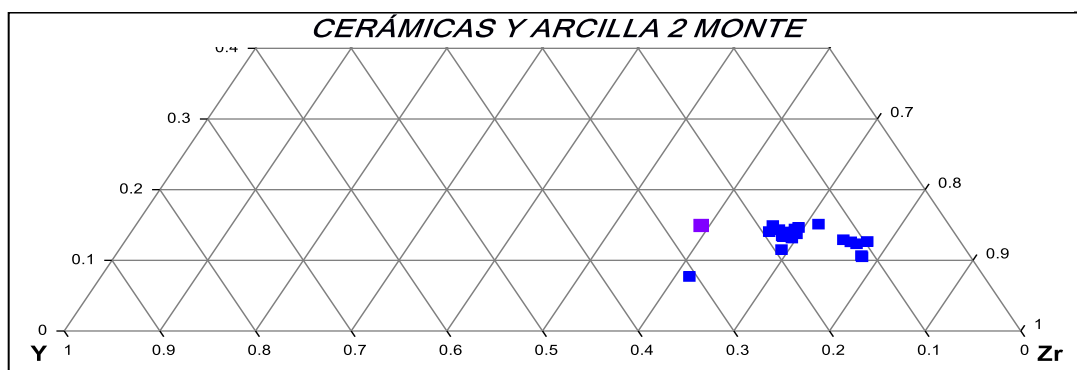
En el gráfico N° 16 se establece la correlación entre los fragmentos de cerámica y las muestras de las vetas de arcillas de manera general.

Gráfico 17: Similitud de arcillas y cerámicas.



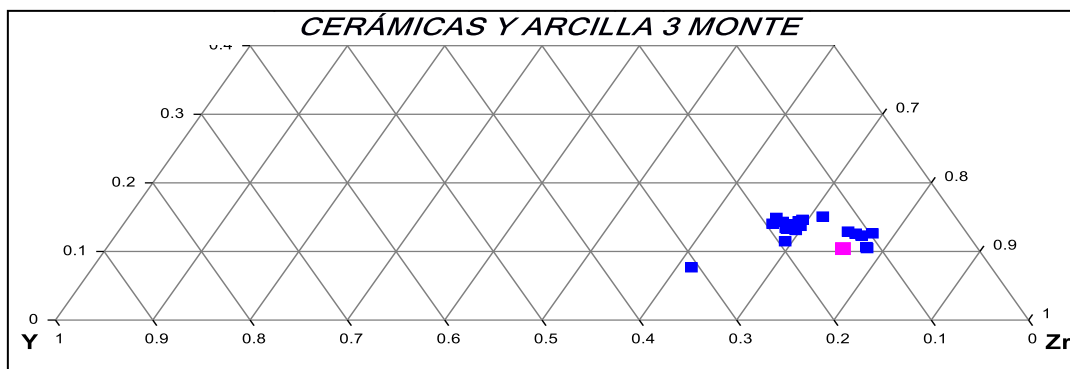
Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla 1 ■

Gráfico 18: Similitud de arcillas y cerámicas



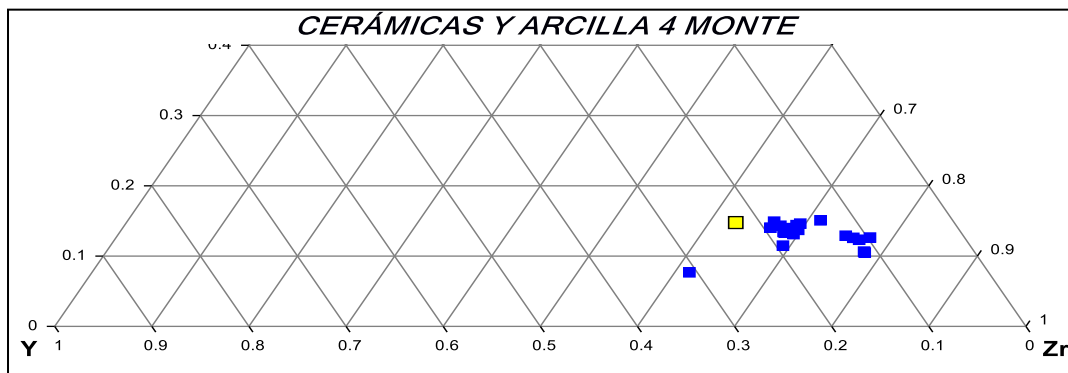
Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla 2 ■

Gráfico 19: Similitud de arcillas y cerámicas.



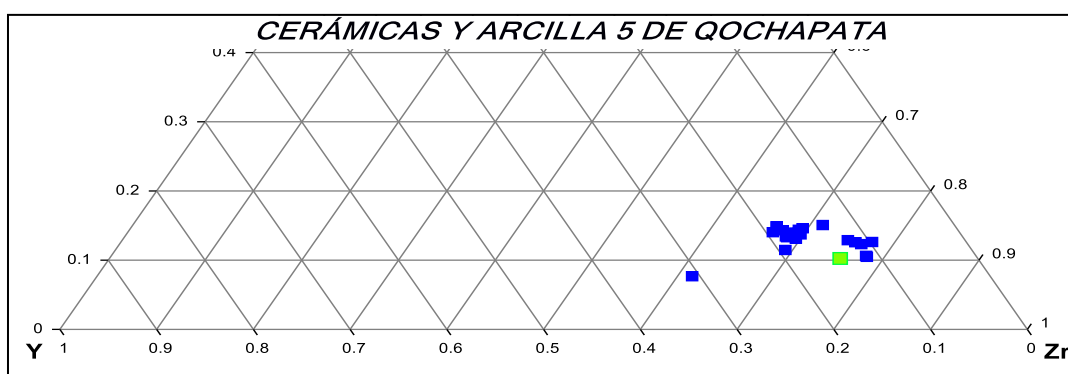
Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla 3 ■

Gráfico 20: Similitud de arcillas y cerámicas.



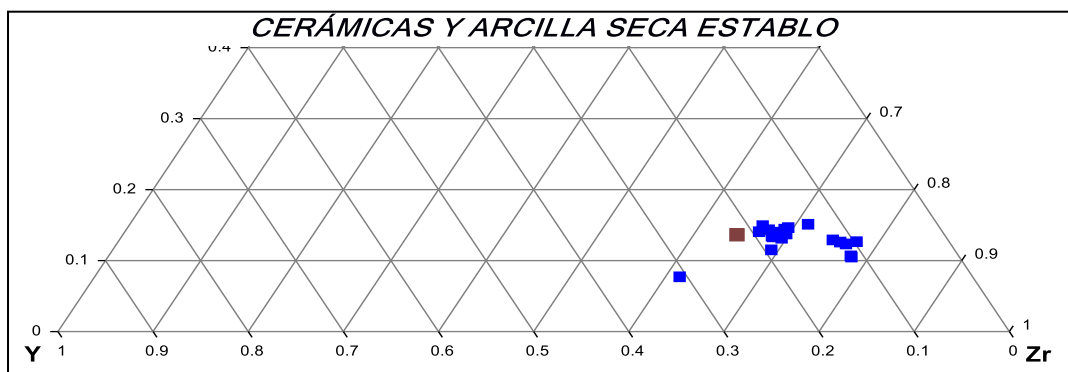
Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla 4 ■

Gráfico 21: Similitud de arcillas y cerámicas.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla 5 ■

Gráfico 22: Similitud de arcillas y cerámicas.



Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. F. de Cerámica ■ Arcilla Establo ■

En los gráficos N° 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 se muestra a detalle la correlación y similitud entre los fragmentos de cerámica y cada una de las muestras de arcilla recolectada en cada una de las vetas analizadas, en base a la comparación de los elementos químicos y de análisis de filiación llegándose a determinar las siguientes descripciones:

Para las muestras de arcilla 1, fueron utilizadas como materia prima, para la elaboración de los fragmentos de cerámica del grupo 1; fragmentos de cerámicas como siguen; q2-3, q3-1b, q3-2b, q3-3a, q3-3b, q3-4a, q3-4b, q6-3a, q6-3b, q7-2a, q7-2b, q7-3b. Y Las muestras de arcilla 5 y 3 monte, fueron utilizadas como materia prima, para la elaboración de los fragmentos de cerámica del grupo 2. Este grupo está conformado por q2-1, q2-2, q2-4, q3-1a, q6-4, q7-1 respectivamente.

No se halló relación entre las muestras de arcilla y los fragmentos q7-3b y q7-4. Es probable que estos fragmentos hayan sido elaborados con arcillas de la zona que no fueron recolectadas para el presente estudio; y que se hayan empleado arcillas de otras zonas geográficas, o que simplemente estos fragmentos hayan sido trasladados de otros lugares como material importado.

Por consiguiente, las vetas de arcillas que fueron utilizados para la producción de cerámica prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata son; las vetas 1,3 y 5.

Con el apoyo de los análisis fisicoquímicos realizados en el laboratorio MC. QUIMICA LAB. sirve para poder corroborar con dichos resultados ya que se pudo determinar la humedad, los fosfatos, cloruros, conductividad eléctrica, carbonatos, pH, hierro, textura de la arena, arcilla y limo coincidiendo con los análisis del laboratorio de la DDCC.

El uso de los diversos análisis entre las arcillas y las pastas cerámicas seleccionadas, provenientes de fragmentos hallados en excavaciones arqueológicas ejecutadas en los diferentes sectores de Q'ochapata, con un registro contextual estratigráfico, hipotetizan un vínculo entre las arcillas y las muestras de pastas, porque contienen los mismos elementos mayoritarios definidos en los análisis de composición química por FRX, en este caso el

silicio, aluminio, potasio y calcio; diferenciándose específicamente en los porcentajes de magnesio (Mg) y hierro, debido que al exponerse a altas temperaturas, varían su presencia en las pastas cerámicas, mientras que en las arcillas naturales, el Hierro principalmente mantiene porcentajes considerables por p.p.m. (partes por millón) superiores a los porcentajes de Aluminio y potasio, al igual que los porcentajes promedio del Silicio, aparentemente por su cocción al momento de la manufactura. Por lo que existe una correlación en el CPS de los metales refractarios con variaciones porcentuales menores al 2% entre las muestras de arcillas y los fragmentos cerámicos, acercándose a los parámetros correlacionales, observados en los gráficos ternarios de ambos informes evacuados por laboratorio fisicoquímico de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco (2016, pág. 16).

Coincidiendo ambos resultados, se tratan de arcillas en rangos muy similares por lo que su consistencia se verifica suave al tacto y califica como fina; por lo tanto, para ser utilizada en la manufactura de la cerámica necesariamente se debe agregar desgrasantes especialmente de arena gruesa a muy gruesa como lo especifican los análisis realizados por microscopía óptica en lamina pulida, y realizado en los laboratorios de la DDCC. En fragmentos de buena cochura, según exigencia del proyecto TAPA, se tiene información de los fragmentos con cocción deficiente no lograron soportar el proceso de pulido (informe departamento fisicoquímico DDCC. (2016, pág. 16).

La otra información comparativa que respaldan estos resultados, son los alcanzados por el análisis fisicoquímico, dirigido por el Ingeniero químico Mario Cumpa Cayuri en su calidad de co-asesor, quien vio por conveniente la realización de otros exámenes complementarios no contemplados en los parámetros de la técnica FRX.

Los resultados alcanzados, evidencian una correlación respecto a las conclusiones, corroborando la existencia de dos grupos establecidos; que, al describir y en el caso de las vetas ubicadas en la margen derecha, se define una clase textural arcillosa identificada como muestra provenientes de las vetas N° 1, 3 y 5; caracterizada por una arcilla coherente y muy común en los suelos más desarrollados, a la vez plástica; por lo que podría establecer un indicador de su uso en la manufactura de cerámica local, por supuesto, modificando la textura con la inclusión de desgrasantes adecuados para su definición como aptos en la manufactura de una cerámica local.

Con dicha información, se puede afirmar la existencia de una cadena productiva alfarera perteneciente a los periodos prehispánicos tardíos en la subcuenca del río Lucumayo, sustentada en el análisis de procedencia de la materia prima contemplada en los estudios arqueométricos citados para el presente estudio. Así mismo, se afirma que efectivamente, se tuvo constancia de pastas cerámicas provenientes de vasijas importadas, singularizadas por el uso de tecnologías especializadas (selección de materias primas, manufactura, acabados estandarizados y exposición a mayores temperaturas en porcentajes mínimos, posiblemente provenientes de los valles del piso quechua de la cuenca del Vilcanota.

6.2.2 Con respecto a los componentes fisicoquímicos que están presentes y caracterizan las vetas de arcilla.

Como se menciona en el marco teórico, según; Glascock, Mommsen en el (2004) mencionan que existe un consenso creciente en Norteamérica y Europa sobre el análisis químico como método para estudiar la procedencia, mientras que el análisis mineralógico es complementario como parte del enfoque integral, y sirve para subdividir los grupos definidos por composición química, o para comprender mejor con precisión técnica las razones, a veces ignoradas, de la composición química detectada en las muestras. El respaldo es que el presente estudio está enfocado en estos análisis fisicoquímicos.

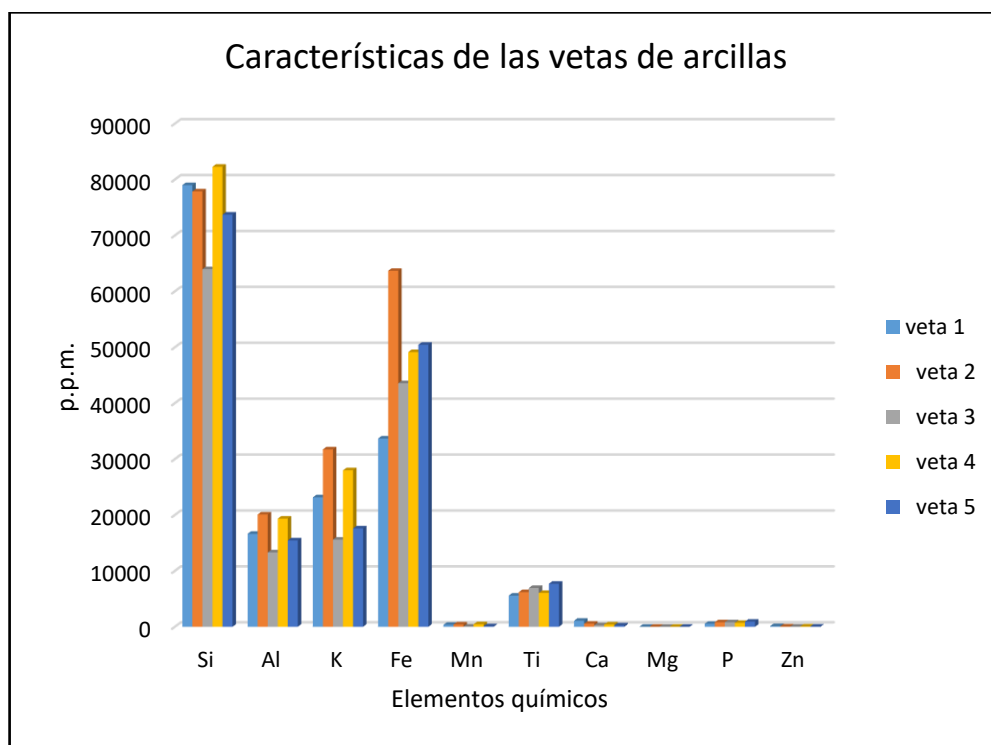
Por consiguiente, debido a las sugerencias del estudio para el presente caso en el trabajo de campo realizado, básicamente se recurrió al análisis fisicoquímicos, análisis microscópico y textural, logrando determinar en las vetas de arcilla componentes fisicoquímicos que caracterizan las arcillas de la zona de estudio, los cuales son: el silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), titanio (Ti), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), y zinc (Zn) (Ver tabla 28 y gráfico 23).

Tabla 28: Composición química.

Vetas	Si	Al	K	Fe	Mn	Ti	Ca	Mg	P	Zn
Veta 1	78995.91	16625.33	23163.4	33677.87	359.28	5571.59	1071.56	<LOD	531.95	116.6
Veta 2	77884.8	20083.61	31722.9	63673.27	410.24	6187.41	550.47	<LOD	807.53	54.32
Veta 3	63970.07	13297.78	15585.2	43564.42	49.8	6939.55	270.42	<LOD	809.7	27.68
Veta 4	82291.6	19348.26	28001.1	49142.88	460.57	6052.15	418.62	<LOD	700.1	40.24
Veta 5	73719.4	15445.4	17599.9	50451.86	101.75	7696.37	242.49	<LOD	913.67	38.16

Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. Elaboración propia. <LOD = CANTIDAD POR DEBAJO DEL LÍMITE DE DETECCIÓN DEL EQUIPO.

Gráfico 23: Características químicas de las 5 vetas de arcillas identificadas en la zona de estudio.

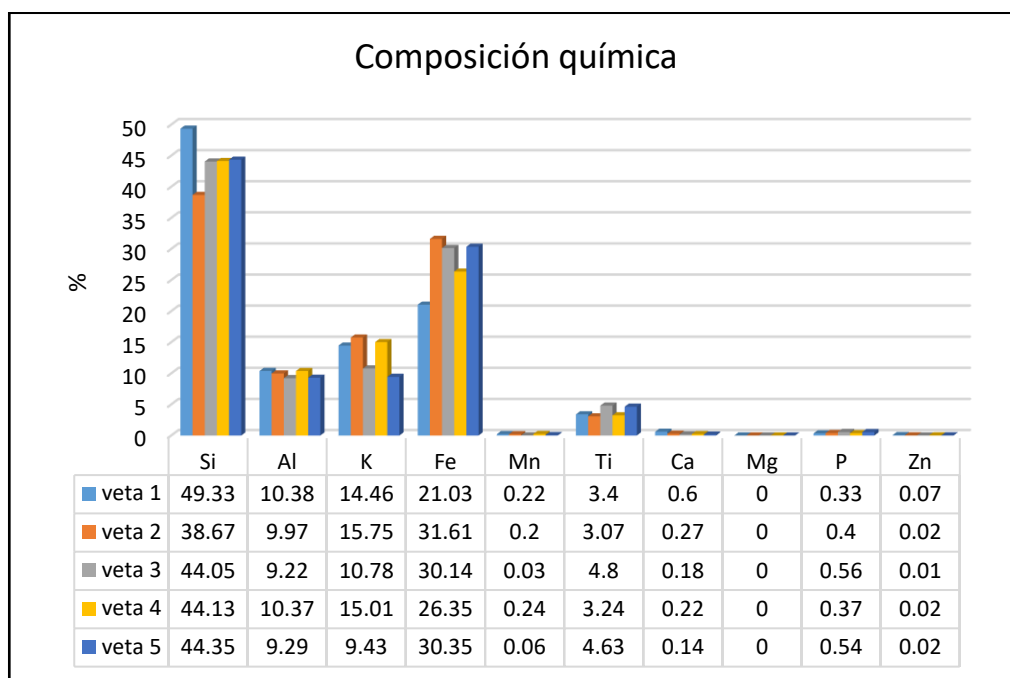


Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. Elaboración propia.

En esta descripción, el silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), y hierro (Fe), se presentan en mayor cantidad o abundancia para realizar el análisis gráfico. Los demás elementos químicos se encuentran en menor cantidad. En el caso del magnesio, la cantidad determinada está por debajo del equipo de detección. Por tanto, se puede aseverar que la caracterización de cada una de las vetas de arcillas es parecida entre sí; lo cual equivale a decir que no existe una marcada diferencia entre estas.

Ampliando la descripción de laboratorio, la mayor cantidad de silicio (Si) hace que la arcilla sea plástica; la presencia de aluminio (Al) la hace refractaria, la presencia de hierro (Fe) tiene un aspecto importante en cuanto a la coloración; y el alto contenido de potasio (K) y calcio (Ca), hace que las temperaturas de cocción sean menores.

Gráfico 24: Composición de elementos químicos por porcentajes (%)



Fuente: Laboratorio fisicoquímico de la DDCC. 2016. Elaboracion propia.

Conforme al análisis de las muestras de arcilla provenientes de las vetas (1,3,4 y 5), contienen cantidad de silicio (Si) >44.05% y la veta (2) contiene cantidades >38.67%. Es decir, las 5 vetas de arcillas contienen mayor cantidad de silicio. Por consiguiente, esta característica sería el causante de darle mayor dureza a la cerámica y los materiales industriales después de la cocción.

Respecto al hierro (Fe), las muestras de arcillas de las vetas (1 y 4) contienen cantidades >21.03% mientras que las vetas (2, 3 y 5) contienen >30.14%. Este elemento químico se encuentra en el segundo lugar de proporción mayoritaria; es decir, es el segundo elemento químico que se encuentra en cada una de las muestras de las vetas de arcillas analizadas. Este elemento químico es el causante de la coloración de las arcillas, cerámicas y materiales industriales, los cuales, aun a menores temperaturas de cocción, se tendrá una coloración determinante.

El contenido de potasio (K) es >9.43%. Esto indica la presencia de minerales illíticos y/o micas y feldspatos. Es decir, existe la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas que se encuentran en la zona de estudio. El contenido de titanio (Ti), hace que la cerámica sea resistente, debido a que es un metal de transición. El contenido de aluminio (Al) en las muestras de vetas de arcillas es >9.22 estos hacen que la cerámica sea más refractaria.

Finalmente, la baja proporción de óxidos de calcio, evidencia la ausencia o poca presencia de carbonatos.

Luego se determinó la existencia de los metales refractarios o de transición como es el caso de itrio (Y), niobio (Nb) y circonio (Zr) los cuales ayudan a poder determinar la procedencia de la cerámica del sitio arqueológico de Q'ochapata.

Por otra parte en el análisis del laboratorio MC. QUIMICA LAB. Con la finalidad de corroborar y ampliar las características de las vetas de arcillas, se determinó fosfatos $\text{HPO}_4 = \text{mg}/100$, $\text{CL} = 0 \text{ mg}/100$, la conductividad eléctrica expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}$, mmh/cm , Carbonatos $\text{CaCO}_3\%$, el pH. Y Hierro $\text{Fe mg}/100$.

Con respecto a la conductividad eléctrica, las vetas de arcillas están caracterizados como no salinos; es decir $< 0.9 \text{ Milimhos}/\text{cm}$. Datos que nos ayudan a poder entender, que estas vetas de arcillas son aptas para la elaboración de cerámica.

En cuanto al pH, existe una mínima variación con respecto a los dos análisis realizados tanto en el laboratorio de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco y en el laboratorio MC. QUIMICA LAB. En el primer caso, se determinó un promedio de 5.5 para toda las muestras y en el segundo caso, se determinó entre 6.6 y 6.8; es decir, también

están considerados entre las arcillas aptas para la fabricación de cerámicas. La variación de ambos resultados obedece a las diferentes muestras del lugar que se tomaron.

Por otra parte se tiene Densidad real de cada muestra entre un margen de 1.15 a 1.38, densidad aparente entre 1.40 a 1.66, volumen real entre 113.04 a 125.76 y la humedad total entre 4.84 a 5.76. datos que ayudan a conocer las características de las vetas de arcillas.

Del mismo modo de acuerdo a la humedad analizados en ambos laboratorios; existe una variación mínima, variación que se califica como normal.

Respecto a las características texturales analizadas en los dos laboratorios, se tienen una mayor cantidad de porcentaje de arcilla, seguido por limo y arena; es decir, la variación de los resultados de ambos análisis son mínimas.

6.2.3 Con respecto al porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q'ochapata procedente de las vetas de arcillas de la zona de estudio.

Conforme al análisis de fluorescencia de rayos x (FRX) a cargo del proyecto de investigación arqueológica “Programa de Investigaciones Arqueológicas: prospección y excavación en el valle de Amaybamba” con Resolución Directoral N° 308-2012-DGPC-VMPCIC/MC a cargo del proyecto TEACHING AND PROJECTS ABROAD (TAPA) (Ver en el Capítulo II), se analizaron en un total de 21 fragmentos de cerámica procedentes de las excavaciones del sitio arqueológico denominado Q'ochapata; de los cuales, de acuerdo al análisis de filiación en fragmentos de cerámica utilizando el CPS en metales refractarios, se determinó que existe dos grupos de cerámica: el grupo 1 está constituido por 13 fragmentos de cerámica: q2-3, q3-1b, q3-2b, q3-3a, q3-3b, q3-4a, q3-4b, q6-3a, q6-3b, q7-2a, q7-2b, q7-3b, q3-2a, y el grupo 2 está constituido por 6 fragmentos de cerámica:

q2-1, q2-2, q2-4, q3-1a, q6-4, q7-1; además de fragmentos de cerámica no asociados, tales como el q7-3a y q7-4.

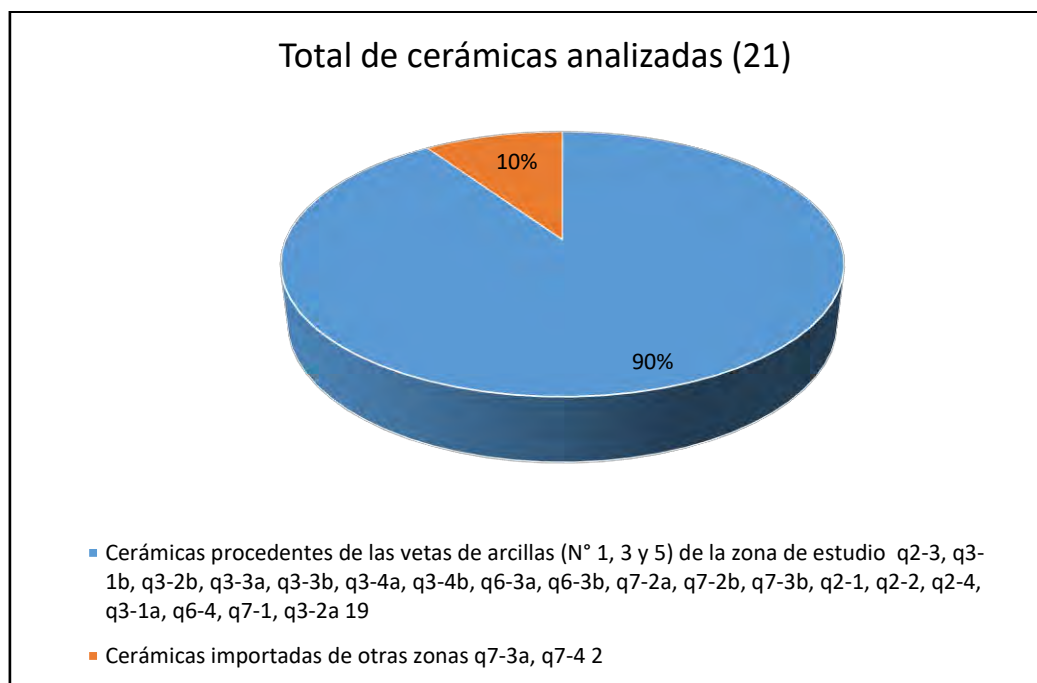
Se infiere de estos grupos que, existen cuatro diferentes grupos de materia prima (vetas de arcillas) para la producción de cerámica prehispánica del sitio arqueológico de Q'ochapata. Por otro lado, se buscó determinar las cuatro posibles fuentes de materia prima (vetas de arcilla) para conocer la procedencia de la cerámica. Eso implica que, según los resultados del análisis de cerámicas, se procedió a realizar el análisis de cada materia prima utilizada en la elaboración de cerámica de Q'ochapata; los cuales fueron en un total de 5 muestras procedentes de las vetas de arcillas identificadas, mas el adicional (muestra establo); se trabajo bajo las mismas condiciones que en el analisis de filiación para cerámicas, sobre los espectros obtenidos con la técnica de fluorescencia de rayos x, utilizando el conteo por segundo (CPS) para los metales de transición o refractarios, los cuales son; itrio (Y), niobio (Nb) y circonio (Zr).

Por consiguiente, con el apoyo de gráficos ternarios se logra explicar mejor a detalle la correlación entre los fragmentos de cerámica y cada muestra de arcilla analizada (Ver gráfico N° 16), en base a resultados que demuestran que, las muestras de arcilla 1 y las de establo, fueron utilizadas como materia prima para la elaboración de fragmentos de cerámica del grupo 1. También, se verificó que las muestras de arcillas 5 y 3, fueron utilizadas como materia prima para la elaboración de fragmentos de cerámica del grupo 2.

Se subraya que no se halló ningún tipo de relación entre los fragmentos de cerámica q7-3b y q7-4, y por ende, se deduce que estos fragmentos hayan sido elaborados con arcillas de otras zonas geográficas o que simplemente estos fragmentos de cerámica hayan sido trasladados de otros lugares como material importado; por

consiguiente, se evidencia un porcentaje significativo de cerámica que proviene de las tres vetas de arcilla identificadas, el cual se puede observar en el siguiente cuadro:

Gráfico 25: Porcentaje de procedencia de las cerámicas



Fuente: Elaboración propia.

Es decir, el 90% de las cerámicas analizadas proviene de las tres vetas identificadas del sector establo, y el 10% provienen de otras zonas o lugares.

Arnold (1993), hace mención que; en primer lugar, hay que tener mucho en cuenta que la preparación de la pasta, debe ser entendida como una adaptación de las materias primas locales a una tecnología particular de manufactura. A partir de esta idea, se tendría muy en cuenta la utilización de materiales de la zona, para una producción local de cerámica, teniendo en cuenta que existen vetas de arcilla en la zona de estudio y desgrasantes o anti plásticos, como es el caso de la arena fina en las cuencas de los ríos.

Por otra parte, menciona que una de las premisas importantes a tener en cuenta para determinar procedencias, es que las materias primas son locales y no se comercializan a largas distancias (Arnold, 1993). Por tanto, se puede decir que, teniendo en la zona de estudio vetas de arcillas aptas para la producción de cerámica, se haya recurrido a la utilización de estas, poniéndonos en el supuesto caso que, si las arcillas hayan sido trasladadas de la zona del Cusco, tendríamos el tema de la distancia para poder trasladar arcillas y los aspectos geográficos de la region andina, que por lógica seria mejor utilizar las arcillas de la zona.

CONCLUSIONES

Conforme al trabajo de campo y el trabajo de laboratorio cumplidos en el proceso metodológico de la presente investigación, manteniendo los estándares de las pruebas y análisis por medio de diferentes procedimientos físico-químicos y de laboratorio, se concluye que, las vetas de arcilla utilizadas en la producción alfarera prehispánica en el sitio arqueológico de Q'ochapata, provienen básicamente de las vetas 1, 3 y 5; respectivamente.

PRIMERA:

De acuerdo al análisis fisicoquímico como parte del estudio arqueométrico de las vetas de arcilla adyacentes al sitio arqueológico de Q'ochapata, se ha identificado la presencia de Silicio (Si) en mayor cantidad, seguido por hierro (Fe), potasio (K), aluminio (Al), titanio (Ti), fósforo (P), calcio (Ca), manganeso (Mn), cinc (Zn), magnesio (Mg). itrio (Y), circonio (Zr) y niobio (Nb). Del mismo modo de acuerdo a la conductividad eléctrica están caracterizados como no salinos, es decir < 0.9 Milimhos/cm. el pH, varía de 5.5 a 6.8, la densidad real se encuentra en un margen de 1.15 a 1.38, densidad aparente entre 1.40 a 1.66, volumen real entre 113.04 a 125.76 y la humedad total entre 4.84 a 5.76. en cuanto a las características texturales están clasificados como arcillas finas por la mayor presencia de arcilla entre 78% - 56%, seguido por limo con 16% - 29% y arena con 1.84% - 17%.

SEGUNDA:

Respecto al porcentaje de la cerámica prehispánica identificada en el sitio arqueológico de Q'ochapata, queda determinado de que el 90% del total de cerámica proviene de las vetas N° 1, 3 y 5, respectivamente, lo cual se confirma que si hubo una producción local de cerámica

Vetas de arcilla para la producción alfarera prehispánica del sitio arqueológico Q'ochapata – La Convención – Cusco.

en el valle del amaybamba, por otra parte el 10% de cerámica sería importada de otras áreas culturales, pero a menor escala.

RECOMENDACIONES

Realizar mas trabajos de investigación de este tipo, donde se utilice las diversas técnicas de la Arqueometría (fluorescencia de rayos x y difracción de rayos x), es decir mediante diferentes análisis fisicoquímicos tanto en vetas de arcilla y fragmentos de cerámica de diferentes sitios arqueológicos de nuestra region del Cusco, para asi poder conocer y determinar científicamente la procedencia de las cerámicas, que hoy en día es un campo bastante amplio y que contribuye a poder tener una visión e idea mas clara y amplia a cerca de los modos de producción de nuestras sociedades prehispanicas.

Del mismo modo se recomienda a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a la Dirección Desconcentrada de cultura Cusco a implementar los laboratorios de análisis fisicoquímicos con mas equipos como es el caso; equipo de difracción de rayos x, equipo de fluorescencia de rayos x etc., para poder tener mas facilidades en los diferentes proyectos de investigación que esten relacionados con el tema de la Arqueometría y asi poder contribuir con la arqueología del Cusco.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnold, D. (1993). La tecnología Cerámica andina: una perspectiva etnoarqueológica. *En: Tecnología y organización de la producción de cerámica prehispánica en los andes, Izumi Shimada*, 477-504.
- Bernal, H., Cabezas, C., Espitia, J., Quintero, J., & Mojica. (2003). Análisis próximo de arcillas para cerámica. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 569-578.
- Berrezueta, E., & Dominguez, M. (2010). *Técnicas Aplicadas a la Caracterización y Aprovechamiento de Recursos Geológico-Minero*. Oviedo: Instituto Geológico y Minero de España.
- Bishop, R., & Lange, F. (1991). *The Ceramic Legacy of Anna O. Shepard*. University Press of Colorado, Niwot.
- Bishop, R., Rands, R., & Holley, C. (1982). *Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective*.
- Boggio, A. (1991). *Lógica del proceso de la investigación científica*. Instituto de Investigación UNSAAC NUFFIC (IIUN).
- Calero, F., & Fernandez, M. (2015). *Tesis: Arqueología de los periodos alfareros tempranos del distrito de Sicuani-Cusco*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Carlotto, V., Cardenas, J., Romero, D., Valdivia, W., & Tintaya, D. (1999). *Geología de los cuadrangulos de Quillabamba y Machupicchu 26-q y 27-q*. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional; N° 127, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, Lima. Recuperado el 1999, de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/87>
- Carlotto, V., Gil, W., Cardenas, J., & Chavez, R. (1996). *Geología de los Cuadrangulos de Urubamba y Calca Hojas:27-r y 27-s*. Boletín N° 65, serie A, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco INGEMMET: Carta Geológica Nacional., Lima. Recuperado el 1996
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en Ciencias Sociales*. Buenos Aires.
- Chatfield, M. (1999). *Aspectos decorativos y tecnológicos de los estilos cerámicos en Cuzco*. Perú: University of California, Santa Bárbara. Traducido por Inmaculada López.

- Chatfield, M. (2007). *From Inca to Spanish Colonial: Transitions in Ceramic Technology. A Dissertation for the degree Doctor of Philosophy in Anthropology*. Santa Bárbara: University of California .
- Chui, H., Miramira, B., Olivera, P., & Jacay, J. (2009). Determinación de metales pesados en sedimentos del río Chillón mediante la técnica de fluorescencia de rayos X. *Rev. Per. Quím. ing. Quím. vol. 12 N.º 2*, 9-14.
- Cobas, F., & Prieto, M. (1998). Regularidades Espaciales en la Cultura Material: La Cerámica de la Edad del Bronce y la edad del Hierro en Galicia. *Gallaecia*, 17, 151-175.
- Cobas, I., & Prieto, P. (2003). *La Cadena Tecnológica Operativa como una Herramienta Teórica y Metodológica. Una Perspectiva desde los Planteamientos de la Arqueología del Paisaje*. Santiago: Cuaderno de estudios Gallegos tomo XLVIII.
- Contreras, R., Ixquiac, M., Hernández, O., & Campo, A. (1998). *Análisis Multielemental por el método de Fluorescencia de Rayos X en muestras Arqueológicas y Geológicas de Guatemala*. Guatemala: Departamento de Física Facultad de Ingeniería.
- Cremonte, M., & Bugliani, M. (2006-2009). Pasta, Forma e Iconografía. Estrategias para el Estudio de la Cerámica Arqueológica. *Xama 19-23*, 239-262.
- Cultura, M., & Ambiente, M. (2014). *Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu*. Cusco.
- Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco. (2016). *Análisis Físicoquímicos de cerámica de Q'ochapata*. Cusco.
- Domínguez, M., Espinoza, M., Ventura, L., & Folan, W. (2001). Resultado de los análisis por MEB-BV Y DRX de la cerámica arqueológica de Calakmul, Campeche. *Museo Nacional de Arqueología y Etnología*, 470-479.
- Druc, I. C. (1996). *De la Etnografía hacia la Arqueología: Aportes de entrevistas con ceramistas de Ancash (Peru) para la caracterización de la cerámica prehispánica*. Ancash.
- Druc, I., Inokuchi, K., & Shen, Z. (2013). Análisis de arcillas y material comparativo por medio de difracción de rayos X y petrografía para Kuntur Wasi, Cajamarca, Perú. *Arqueología y sociedad*, 91-110.
- Flores, L., & Alcalá, J. (2010). Manual de Procedimientos Analíticos. *Instituto de Geología*, 1-56.
- García, G., González, F., & Fernández, D. (1966). Arcillas cerámicas de Andalucía. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y vidrio*, 337-359. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/86439>

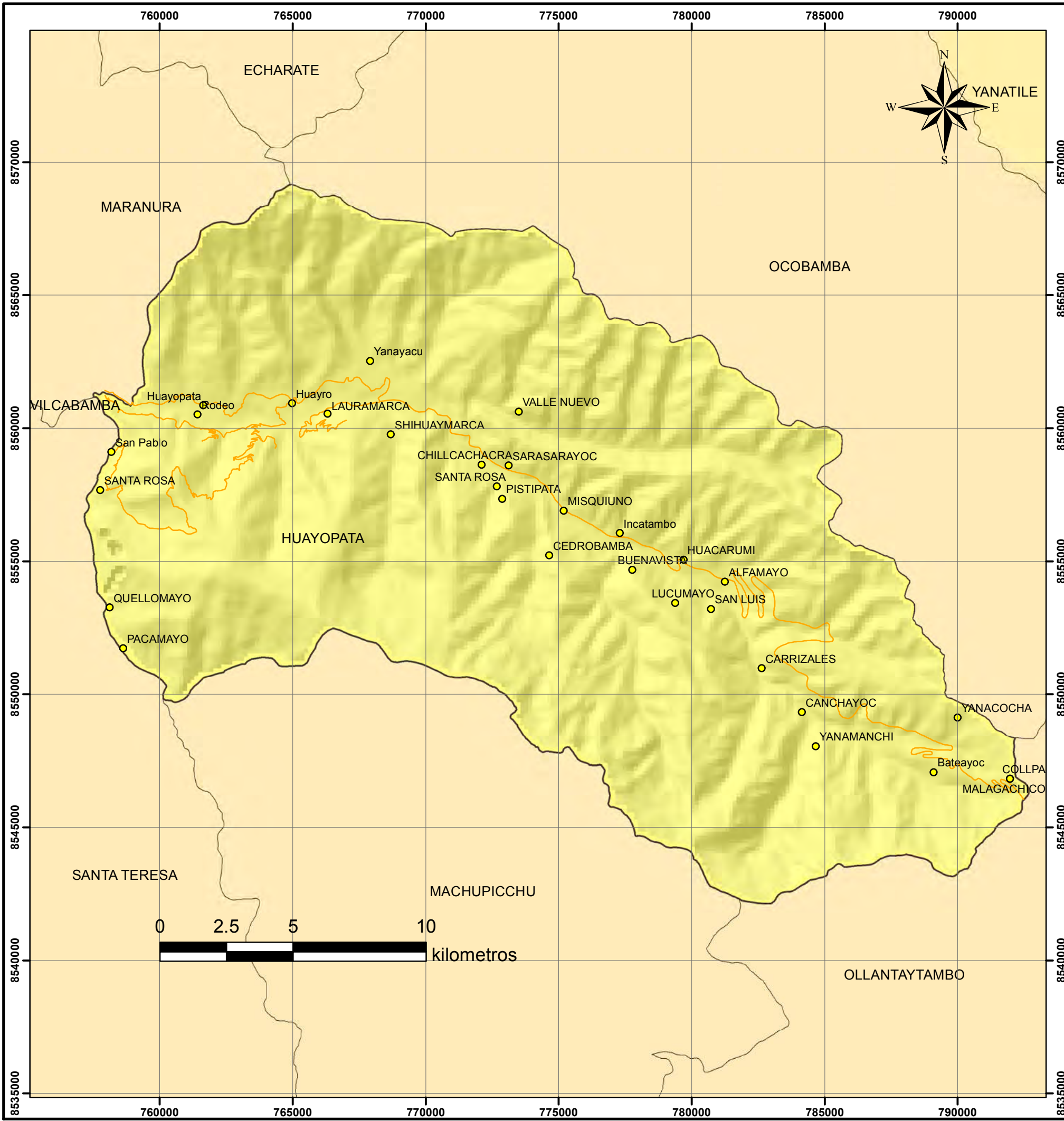
- García, M. (1997). *Tesis Doctoral: Caracterización Arqueométrica de la Producción Cerámica Numantina*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Ghezzi, I. (2011). El análisis composicional en el estudio de la producción y distribución de la cerámica prehispánica. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 40 (1), 1-29.
- Gobierno Regional Cusco. (2012). *Productos y Plan de desarrollo Turístico sostenible del distrito de Huayopata*. Cusco.
- Héras, C., & Martínez. (1992). Glosario terminológico para el estudio de las cerámicas arqueológicas. *Revista Española de Antropología Americana*, N° 22.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
- INGEMMET. (2019). *Peligros geológicos y zonificación de sectores críticos en el distrito de Huayopata*. Dirección de Geología ambiental y riesgo geológico. Recuperado el Noviembre de 2019, de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2432>
- Juarez, S., & Gomez, D. (2019). *Flujos de detritos (huaycos) del 21/12/2018. Originados en las quebradas Sicre y Choquellohuanca. Evaluacion de peligros geologicos*. INGEMMET.
- Makowski, K., & Menéndez, G. (2013, Vol. 43, N° 2). Alfareros de aquí o de allá: Identidad estilística y tecnológica en el valle. *Revista Española de Antropología Americana*, 515- 536.
- Manrique, E. (2001). *Guía para un estudio y tratamiento de cerámica precolombina*. Lima: CONCYTEC.
- Mommsen, A. (2004). "Schot Norte: Provenancing of pottery - Need for the Integrated Approach". *Archaeometry* 46, 267-271.
- Monje, A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa Guía didáctica*. Colombia: Universidad sur Colombiana.
- Montero, I., Garcia, M., & Lopez, E. (2007). Arqueometría: cambios y tendencias actuales. *Trabajos de prehistoria*, 23-40.
- Morveli, M. (2017). *Guía para Formular Proyectos de Investigación Científica*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 106.
- Municipalidad Distrital de Huayopata & Abroad Projects. (2012). *Diagnostico Socioeconómico del Distrito de Huayopata*. Cusco: Asociación Educativa Teaching & Projects Abroad Peru.

- Municipalidad distrital de Huayopata. (2018). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres al 2021.*
- Ochatoma, J. (2007). *Alfareros del Imperio Huari.* Huamanga: Corporacion VASPA SAC/ CANO Asociados SAC. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Sociales.
- Ochatoma, J. (2007). *Alfareros del Imperio Huari.* Huamanga: Corporacion VASPA SAC/ CANO Asociados SAC. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Sociales.
- Ogallar. (1999). El diagrama triangular, representación e interpretación básica. En López., & J., *Geografía de la población.*
- Orton, & al., e. (1993). *Pottery in Archaeology.* London: British Museum.
- Orton, C. T. (1997). *La Cerámica en Arqueología.* Barcelona - España.
- Orton, Tyers, & Vince. (1993). *Pottery in Archaeology.* London: Institute of Archaeology.
- Orton, Tyers, & Vince. (1997). *La Cerámica en Arqueología.* Barcelona-España.
- Padilla, C. (1997). Historia de la Ceramica en el Museo Arqueologico Nacional. *Ediciones El Visto S.A.*
- Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). Introduccion a la metodologia de investigacion cualitativa,. *Revista de Psicodidactica*, 5-39.
- Ramirez, Y. (2012). *Tesis: Determinación de las facetas presentes en pisos y revestimientos cerámicos a base de arcilla cocidos a diferentes temperaturas y su influencia en las propiedades técnicas.* Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ramos, S., & Maria, L. (2001). *Historia de la tecnología cerámica: ensayo experimental de su manufactura.* Universidad de Canabria. Historica et Philologica.
- Ravines, R. (1989). *Arqueología Practica.* Lima: Editorial los Pinos E. I. R. L.
- Ravines, R. (1989). *Arqueología Práctica.* Lima: Los Pinos E.I.R.L.
- Ravines, R. (s.f.). *Los Incas: Historia General del Perú.* Tomo III. Lima: Editorial Brasa.
- Ruiz, Heras, & Romero. (2007). Arqueometría: cambios y tendencias actuales. *trabajos de prehistoria*, 33-40.
- Ruiz, Heras, & Romero. (Enero-Junio 2007). *trabajos de prehistoria.* España: ISSN.
- Samata, R., & Carbajal, J. (2015). *Tesis: La Cerámica Formativa como Evidencia de las Interacciones en el Valle del río Huatanay.* Cusco.

- Schettini, P., & Cortazzo, I. (2015). *Técnicas y estrategias en la investigación cualitativa*. La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata.
- Shepard. (1968). *Ceramics for the Archaeologist*. Washington: Publication 609, Carnegie Institution of.
- Taylor, R. E. (1982). *Archaeometry: the meaning of the term*. En J.S. Olin. Washington: Editorial: Future Directions in Archaeometry.
- Tite et, a. (2001). Strength, toughness and Thermal Shock Resistance of Ancient Ceramics, and Their Influence on Technological Choice. *Archaeometry* 43, 3, 301-324.
- Valencia, J. (2013). *Prospección y estudio arquitectónico del sitio arqueológico de Q'ochapata. Huayopata-La Convención*. Cusco.
- Valencia, Z. (2016). *Programa de investigaciones Arqueológicas: Prospecciones y excavaciones en el valle de Amaybamba*. Cusco: Project Abroad.
- Valentinuzzi, M. (2008). *Análisis por fluorescencia de rayos X*. Universidad Nacional de Cordova, Matemática, Astronomía y Física, Cordova.
- Varela. (2002). *Enseñanzas de Alfareros Toconceños: Tradición y Tecnología en la Cerámica Chungará. Vol. 34 N° 01*. Chungara.
- Varela. (2002). Enseñanzas de alfareros Toconceños: Tradición y Tecnología en la Cerámica. *Chungará vol. 34, N° 1*.
- Velez., & Cerdeño. (1997). *Citado en Morveli Guía para formular Proyectos de investigación Científica*. Universidad de San Antonio Abad del Cusco.
- Villacorta, J. (2011). *Análisis de la Cerámica Inca: Formas y Diseños*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Vitorino, B. (s.f.). Manual de análisis de suelos. (UNSAAC, Ed.) *Guía práctica de edafología*.

ANEXOS

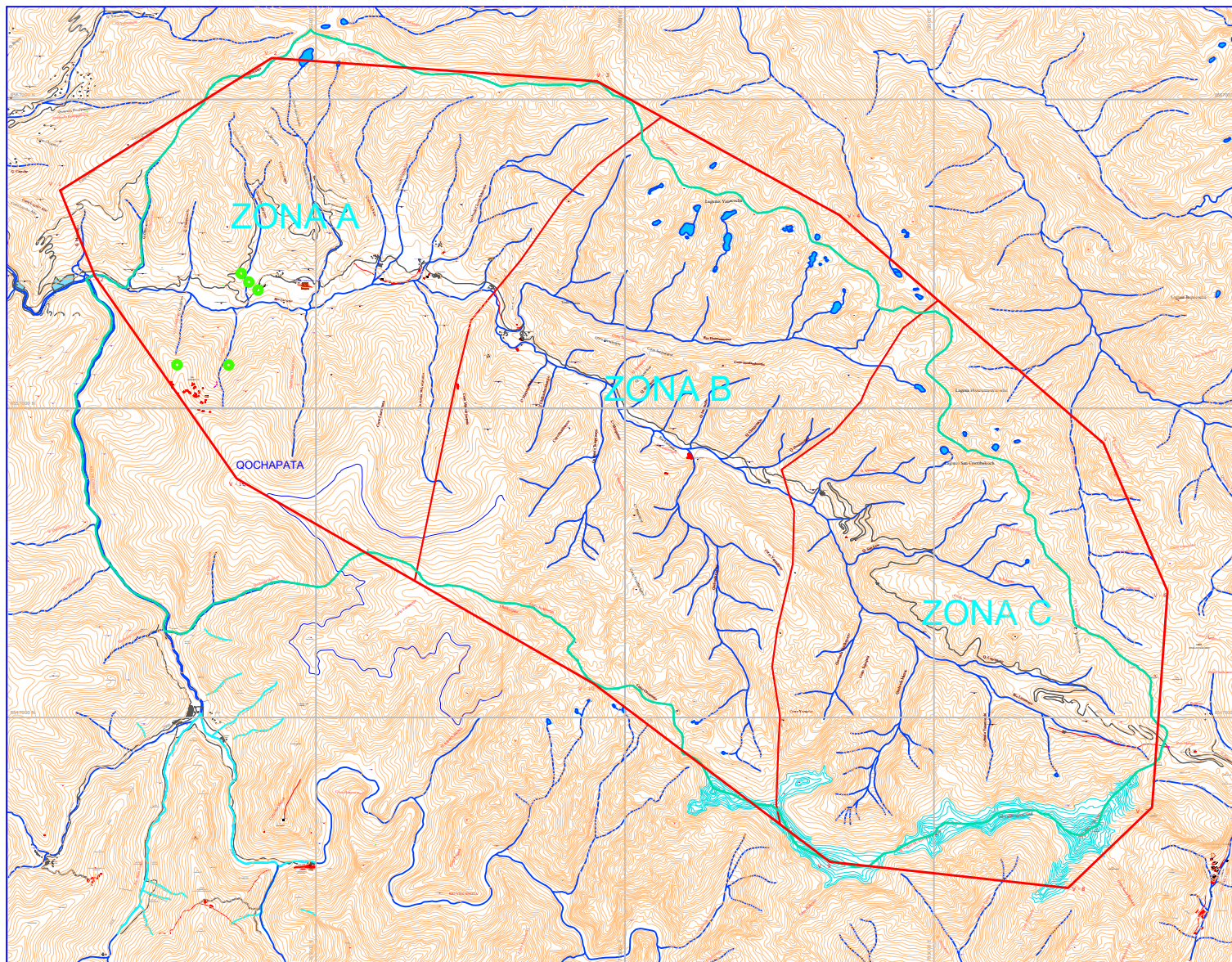
PLANO DE UBICACION POLITICA DEL DISTRITO DE HUAYOPATA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

TESIS:
 VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCION ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'ÓCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO

UBICACIÓN	PLANO: UBICACION POLITICA DEL DISTRITO DE HUAYOPATA
LOCALIDAD: Q'ÓCHAPATA	ASESOR DE TESIS: DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA
DISTRITO: HUAYOPATA	PRESENTADO POR: DR. MICHAEL F. PAREDES SANCHEZ DR. YESICA JUSTINIANI TUMPAI
PROVINCIA: LA CONVENCION	FUENTE: IMGEMMET
DEPARTAMENTO: CUSCO	CARTA DE REFERENCIA: 28 - r (Urubamba) ZONA: 18 L
	PUNTO DE REFERENCIA: E 0761952 N 8557312 Z 0002186
	plano P-01
	FECHA: DICIEMBRE 2019
	ESCALA: 1:150,000

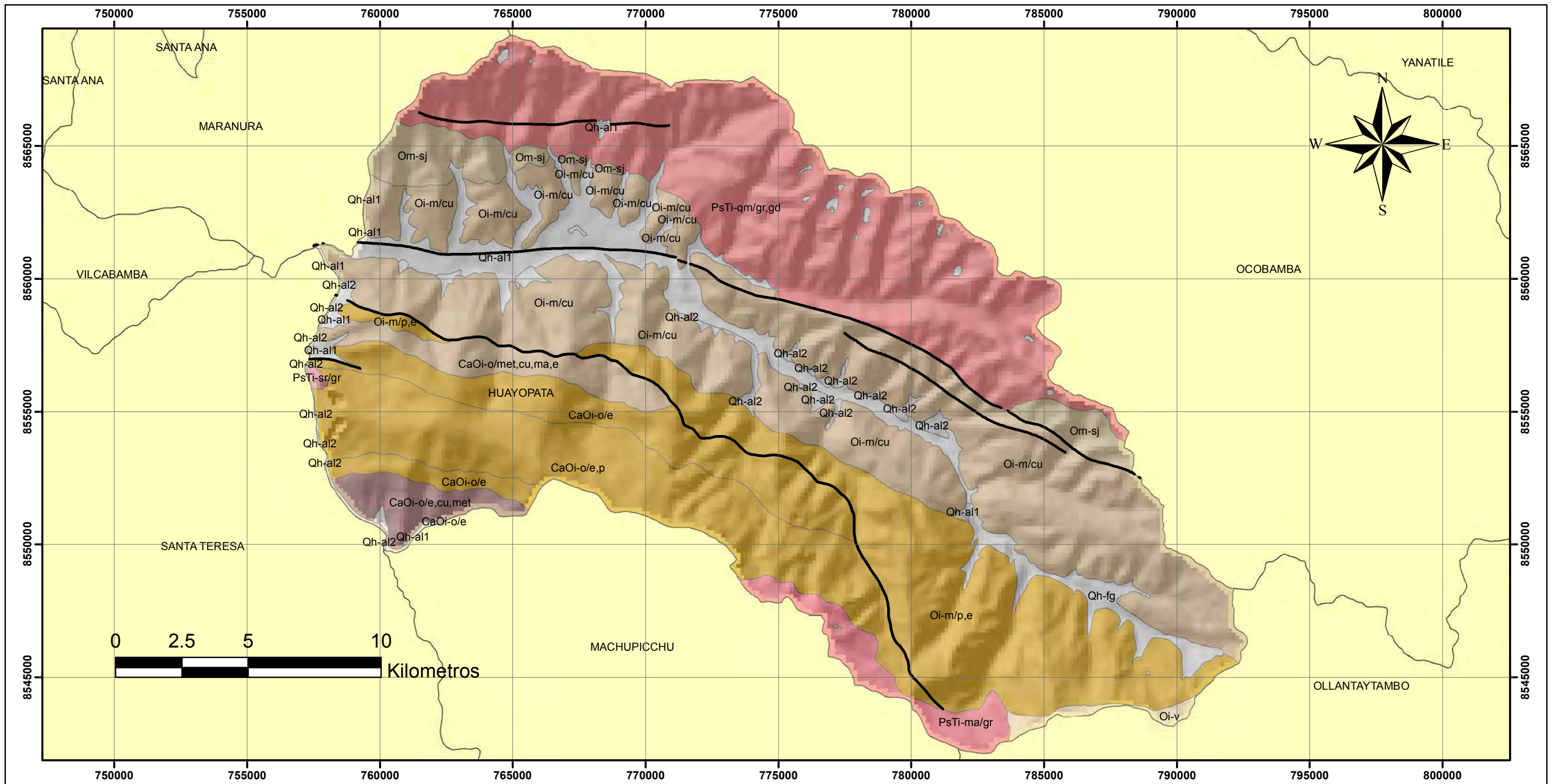


LEYENDA

ZONA URBANA	
VIA CARROZABLE	
CANtera INKA	
LAGOS	
NEVADOS	
LIMITES POLITICOS	
SITOS ARQUEOLOGICOS	
POBLACIONES	
RIOS	
CURVAS DE NIVEL	
VERTICES	
POLIGONO DEL AREA DE ESTUDIO	

	UNSAAC	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL CUSCO
	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES	
	ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGIA	
	<small>ACTIVIDAD DE INVESTIGACION PARA LA PRODUCCION ALTERNATIVA PRODUCTIVA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE QOCHAPATA, LA COMUNIDAD QOCHI</small>	
UBICACION	DEPARTAMENTO DE DESARROLLO DE LA ZONA DE ESTUDIOS	
COORDINATA	DISTRITO PATATECA N. MARQUE ABABACA	
PROVINCIA/PATA		
LA COMUNIDAD		
EL CLASIFICADO	18 L.	

PLANO GEOLÓGICO DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO



FORMACIÓN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
Dep. fluvio-glaciares	Qh-fg	Bloques y gravas de rocas metamórficas y sedimentarias, angulosas y subangulosas
Dep. aluviales 1	Qh-al1	Gravas, arenas mal seleccionadas en matriz arenolimosas incluye terrazas
Dep. aluviales 2	Qh-al2	Gravas, arenas mal seleccionadas en matriz arenolimosas incluye conos aluviales
Grupo Mitu. Quellouno	PsTi-qm/gr,gd	Granitos, granodioritas
Grupo Mitu Santa rosa	PsTi-sr/gr	Granito
Grupo Mitu machipicchu	PsTi-ma/gr	Granito
Grupo San José	Om-sj	Pizarras grises con contenido de pirita y limonitas con presencia de Graptolites.
Formación Malaga	Oi-m/cu	Cuarcitas, areniscas grises intercaladas con esquistos, filitas
Formación Malaga	Oi-m/p,e	Pizarras, esquistos-sericita y areniscas gris verdosas laminares
Formación Veronica	Oi-v	Conglomerados con clastos subredondeados de cuarcitas y metavolcánicos gris verdoso a rojizos
Grupo Ollantaytambo	CaOi-o/e,cu,met	Esquistos micas, cuarcitas, metavolcánicos verdes y niveles de marmol
Grupo Ollantaytambo	CaOi-o/e,p	Esquistos sericita, cuarzo, pizarras limoníticas grises
Grupo Ollantaytambo	CaOi-o/e	Esquistos, sericita carbonoso, filitas grises
Grupo Ollantaytambo	CaOi-o/met,cu,ma,e	Metavolcánicos, cuarcitas, marmol y esquistos de sericita

SIMBOLOGIA

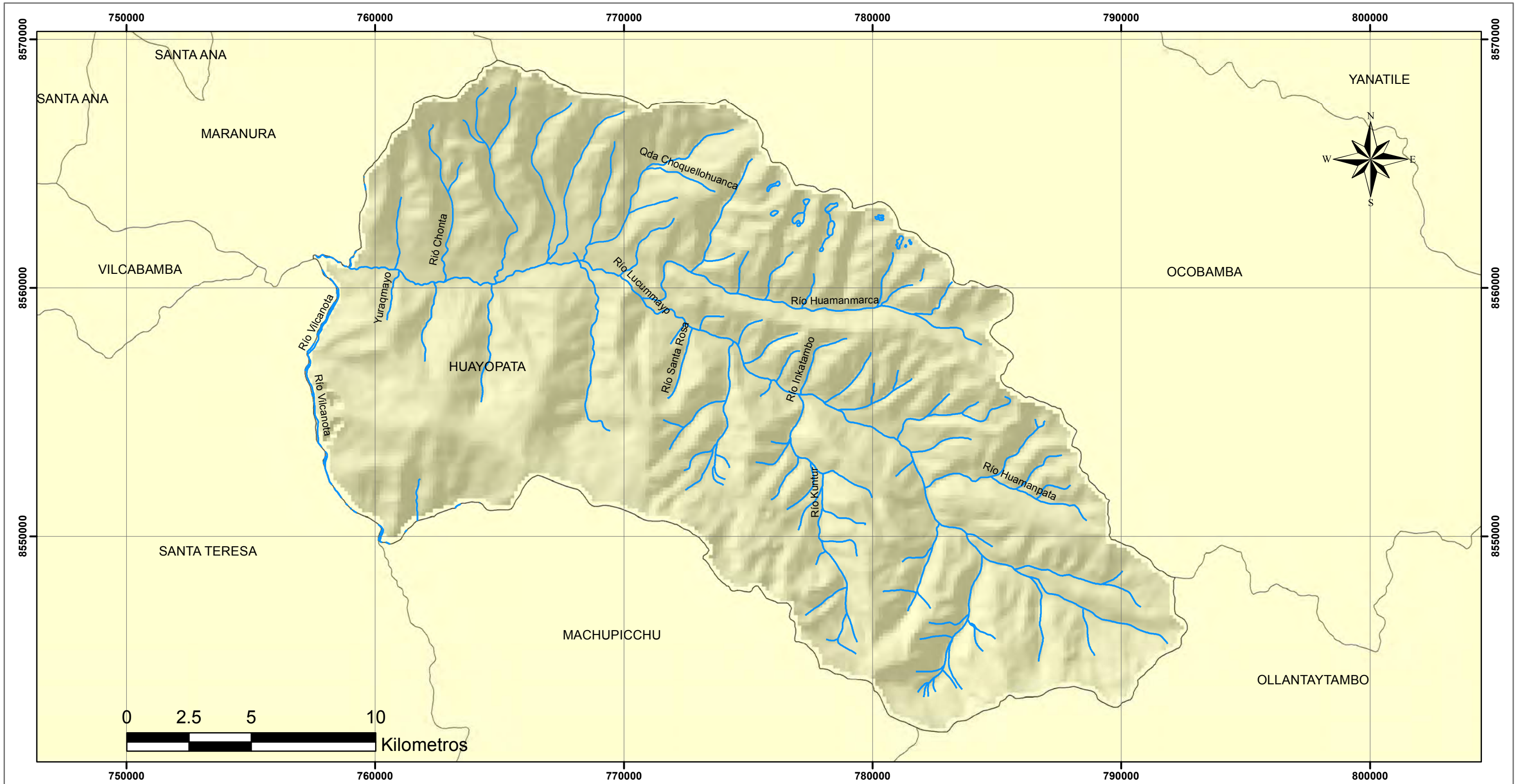
 Falla geologica

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

TESIS:
 VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCION ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'QCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO

UBICACIÓN	PLANO: GEOLOGICO DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO
LOCALIDAD: Q'QCHAPATA	ASESOR DE TESIS: DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA
DISTRITO: HUAYOPATA	PRESENTADO POR: BR. MICHAEL F. PAREDES SANCHEZ BR. YESICA JUSTINIANI TUMPA
PROVINCIA: LA CONVENCION	FUENTE: INGEMMET
DEPARTAMENTO: CUSCO	CARTA DE REFERENCIA: 28 - r (Urubamba) ZONA: 18 L
	PUNTO DE REFERENCIA: E 0761952 N 8557312 Z 0002186
	plano P-03 FECHA: DICIEMBRE 2019 ESCALA: 1:150,000

PLANO HIDROGRAFICO DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO



LEYENDA

- Drenaje
- Límite distrial



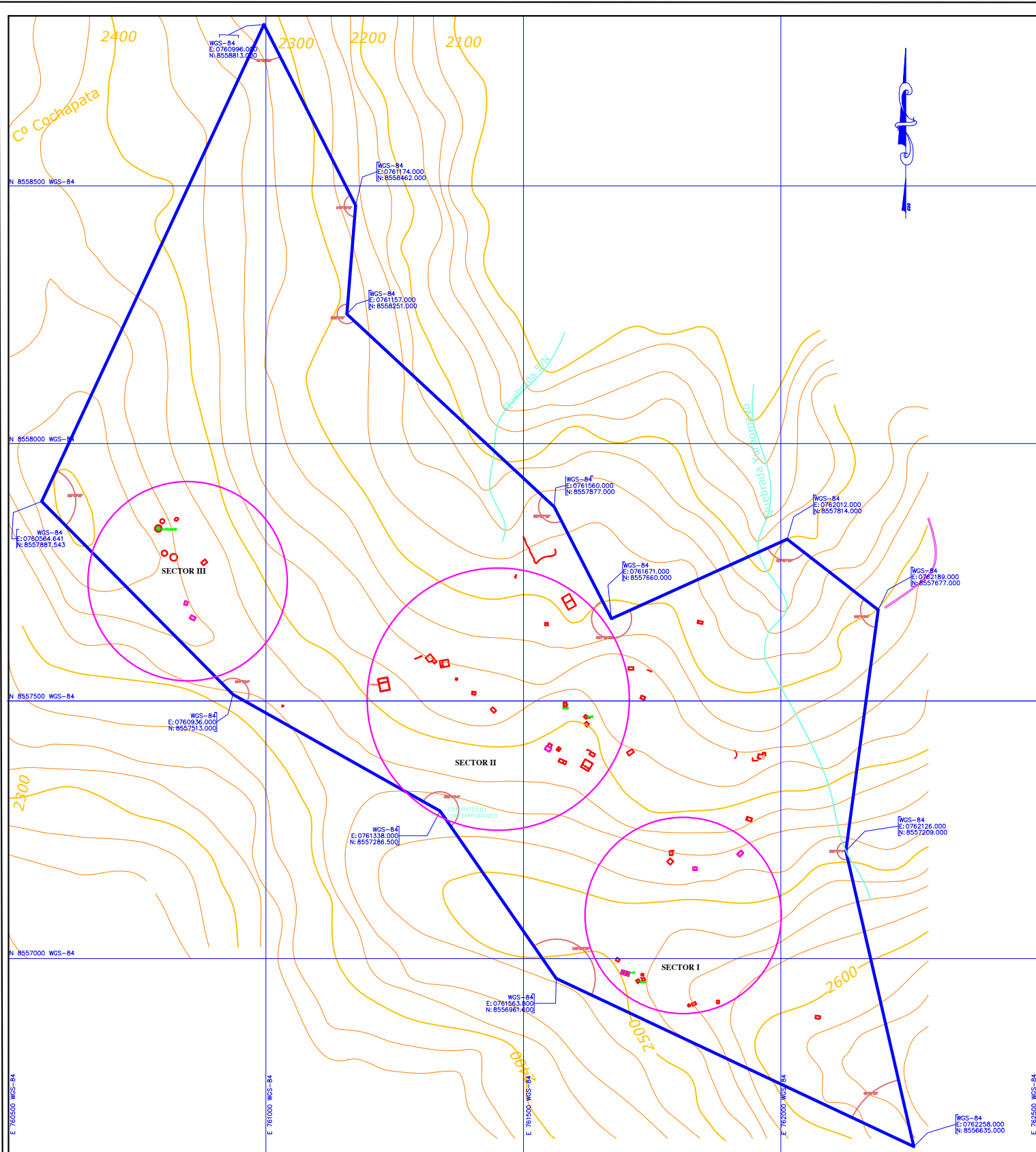
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

TESIS:
VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCION ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'ŌCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO

UBICACIÓN	PLANO: HIDROGRAFICO DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO
LOCALIDAD: Q'ŌCHAPATA	ASESOR DE TESIS: DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA
DISTRITO: HUAYOPATA	PRESENTADO POR: SR. MICHEL F. PAREDES SANCHEZ SR. YESICA JUSTINIANI TURRY
PROVINCIA: LA CONVENCION	FUENTE: IMAGEMET
DEPARTAMENTO: CUSCO	CARTA DE REFERENCIA: 28 - r (Urubamba) ZONA: 18 L
	PUNTO DE REFERENCIA: E 0761952 N 8557312 Z 0002186
	PLANO: P-04 FECHA: DICIEMBRE 2019 ESCALA: 1:150,000



EXCAVACIONES EN EL S. A. QOCHAPATA SECTOR I			
UND	ESTE	NORTE	MZ
Q-6	E761222,414	N8556956,233	26
Q-7	E761196,912	N8556972,090	99
SUB TOTAL			125

EXCAVACIONES EN EL S. A. QOCHAPATA SECTOR II			
UND	ESTE	NORTE	MZ
Q-2	E761120,995	N8557469,572	26
Q-3	E761081,083	N8557493,118	40
SUB TOTAL			66

EXCAVACIONES EN EL S. A. QOCHAPATA SECTOR III			
UND	ESTE	NORTE	MZ
Q-2 (A,C,D)	E760290,959	N8557835,138	84
SUB TOTAL			84

TOTAL SECTOR I,II,III	275
------------------------------	------------

LEYENDA

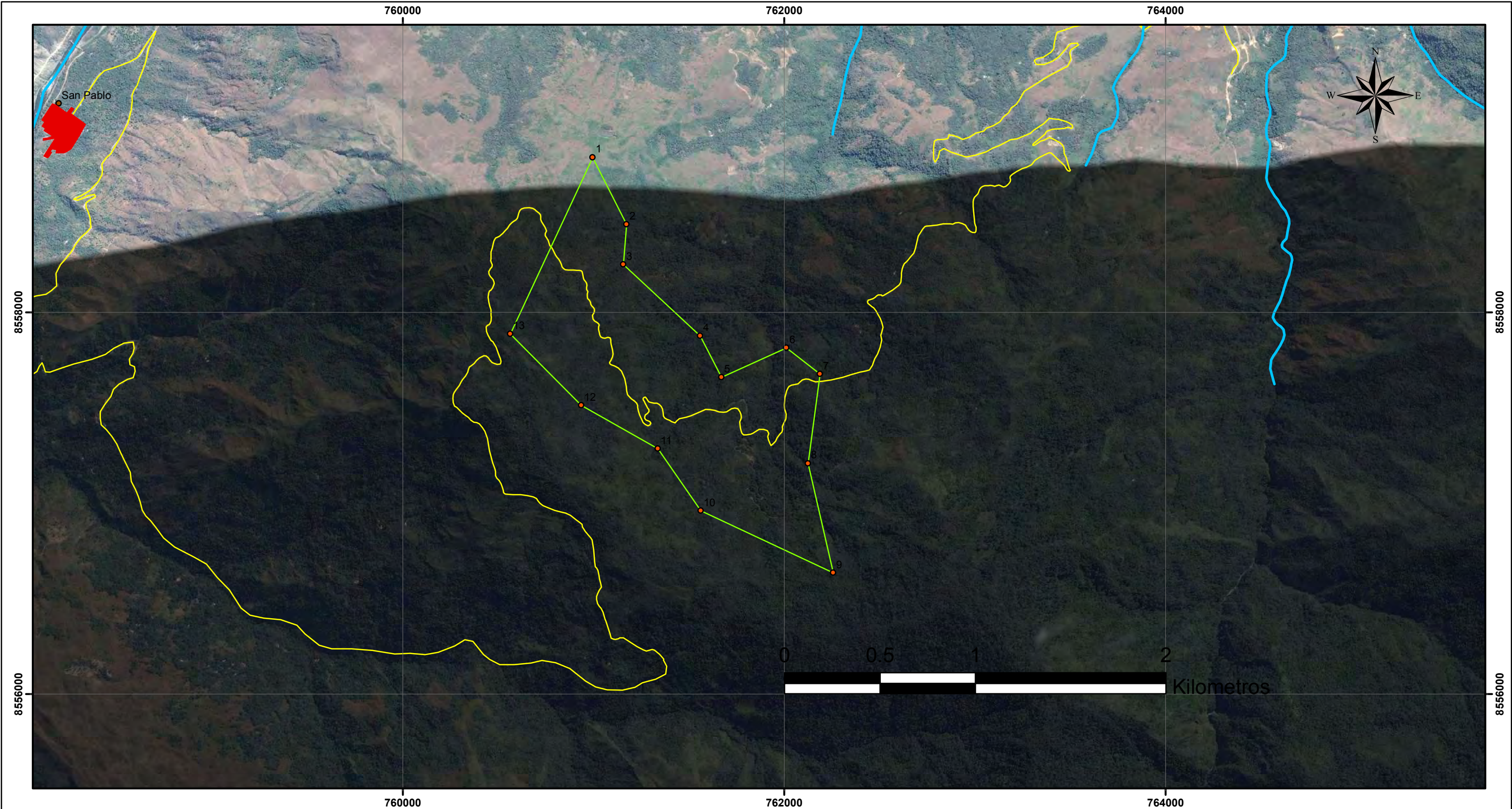
- SECTORES DEL S.A. QOCHAPATA
- RECINTO CIRCULAR
- RECINTO RECTANGULAR
- CURVAS DE NIVEL
- RIO
- UNIDADES DE EXCAVACIÓN DE DONDE PROCEDE LA CERÁMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE QOCHAPATA - LA CONVENCIÓN - CUSCO

UBICACIÓN	PLANO DE UBICACIÓN DEL S.A. DE QOCHAPATA
PROYECTO	ASER DE TESIS
INSTITUCIÓN	DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA
PROYECTO POR	FECHA DE ENTREGA
LA CONVENCIÓN	20 - 11 (Huaybamb)
CUSCO	18 L
FECHA DE ENTREGA	PLANO DE ENTREGA
18 L	P-05
18 L	1:5.000

PLANO DE DELIMITACION DEL POLIGONO DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'OCHAPATA



LEYENDA

- Poligono de estudio de la Z.A. Qochapata
- Zona Urbana
- Drenaje
- Vias



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO			
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES			
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA			
<small>TESIS: VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCION ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'OCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO</small>			
UBICACIÓN		<small>PLANO: DELIMITACION DEL POLIGONO DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'OCHAPATA</small>	
<small>LOCALIDAD:</small>	Q'OCHAPATA	<small>ASESOR DE TESIS:</small>	DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA
<small>DISTRITO:</small>	HUAYOPATA	<small>PRESENTANTE PBI:</small>	<small>FUENTE:</small> SATELITE GOOGLE EARTH
<small>PROVINCIA:</small>	LA CONVENCION	<small>CARTA DE REFERENCIA:</small>	<small>PLANO:</small> P-06
<small>DEPARTAMENTO:</small>	CUSCO	<small>28 - r (Urubamba)</small>	<small>PUNTO DE REFERENCIA:</small>
		<small>ZONA:</small> 18 L	<small>E: 0761952</small>
			<small>N: 8557312</small>
			<small>Z: 0002186</small>
			<small>FECHA: DICIEMBRE 2019</small>
			<small>ESCALA: 1:20.000</small>

VETA DE ARCILLA N° 1



CARACTERÍSTICAS:

Sus características geológicas se particularizan por ser una veta a tajo abierto, donde sobresale una matriz de tierra arcillosa de color marrón claro amarillento, semicompacta, con componentes rocosos de tamaños pequeños de formas irregulares, debido a que ha sufrido alteraciones por rodamiento y erosión aluvial y fluvial considerado por lo tanto como una arcilla que fue utilizado en la manufactura de cerámica local.

VETA DE ARCILLA N° 3



CARACTERÍSTICAS:

se caracteriza por una matriz arcillosa de coloración marrón café oscura, semicompacta, cuyos componentes rocosos son piedras irregulares de tamaño pequeño a mediano. Por sus características físicas y químicas, estas fueron utilizadas para la manufactura de cerámica local.

VETA DE ARCILLA N° 5



CARACTERÍSTICAS:

Sus características geológicas definen una matriz arcillosa de coloración marrón amarillento, semicompacta, las inclusiones observables son piedras irregulares de tamaños pequeños. Por sus características físicas y químicas estas fueron utilizadas en la manufactura de cerámica local.

VETA DE ARCILLA N° 2



CARACTERÍSTICAS:

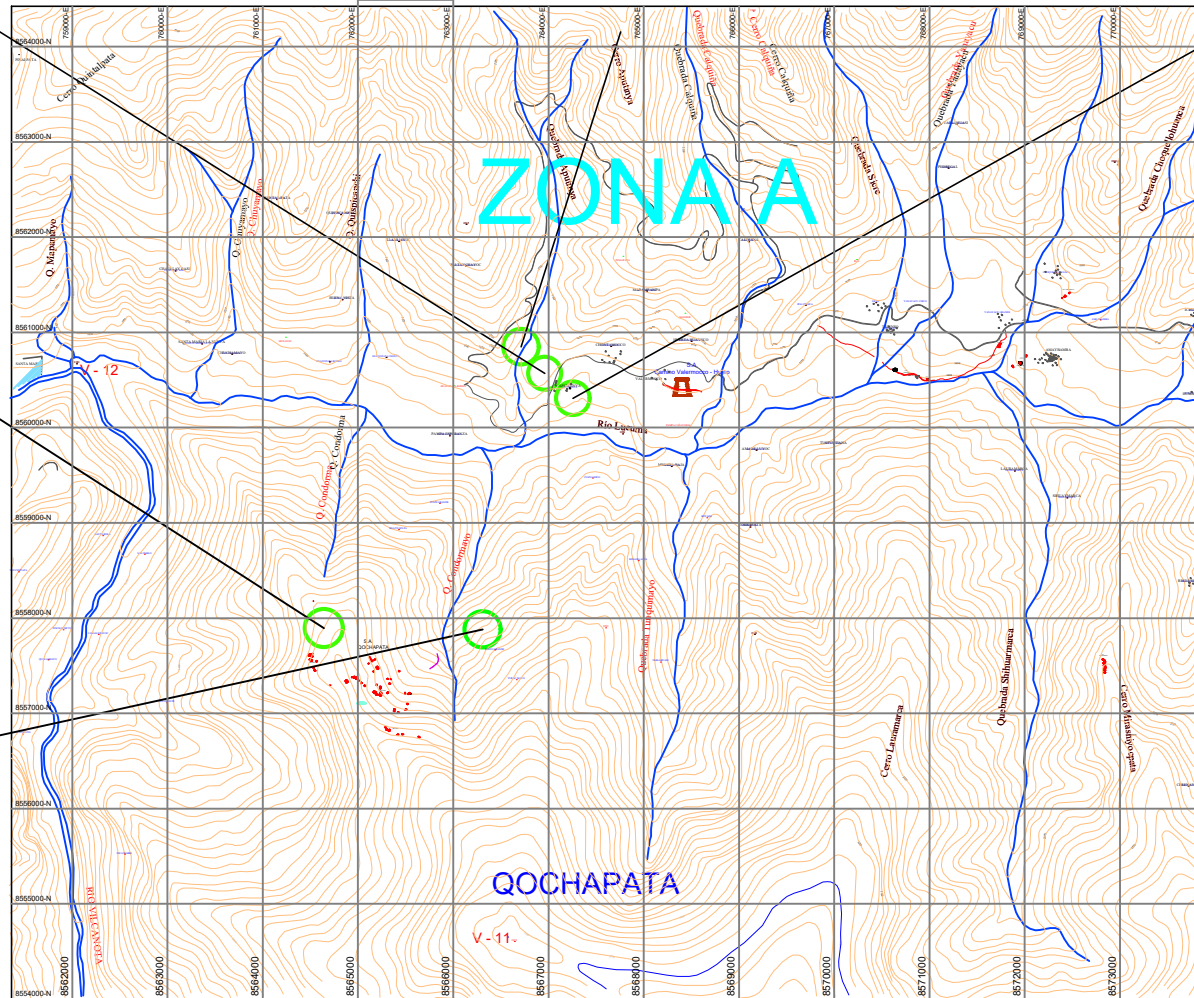
Se caracteriza geológicamente por una matriz de arcilla de coloración rojiza con coloraciones dispersas amarillentas, semicompacta, sus inclusiones rocosas establecen piedras irregulares pequeñas a medianas, debido a que se encuentran en pleno proceso erosivo y ensanchamiento por deslizamiento de la quebrada de Yurakmayu por factores pluviales y aluviales, de acuerdo a la composición química y física esta no guarda relación con la cerámica por lo tanto no fue utilizada.

VETA DE ARCILLA N° 4



CARACTERÍSTICAS:

Sus características geológicas determinan una matriz de arcillas de coloración marrón claro, semicompacta, conteniendo piedras irregulares de tamaños pequeños a medianos, por sus propiedades físicas y químicas estas no guardan relación con la cerámica por lo tanto no fueron utilizados en la producción de cerámico.



COORDENADAS UTM

VETA 1 E 0763961.75 N 8565566.56	1,045
VETA 2 E 0761641.07 N 8567856.82	2,210
VETA 3 E 0760712.52 N 8569365.00	1,564
VETA 4 E 0763369.53 N 8567679.75	2,100
VETA 5 E 0764256.19 N 8560368.85	1,030

LEYENDA

SITOS ARQUEOLÓGICOS

POBLACIONES

RIOS

CURVAS DE NIVEL

VÉRTICES

VETAS DE ARCILLA

UNSAAC UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO
 FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA
 VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCIÓN AL ARTERIA PREHISPÁNICA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE QOCHAPATA, LA CONVENCIÓN, CUSCO

PLAN DE UBICACIÓN DE VETAS DE ARCILLA
 DR(L)A. PATRICIA H. ARROYO ABASCA

IBIBI-MITIN
 QOCHAPATA
 HUAYOPATA
 LA CONVENCIÓN
 CURSICO

ESCALA: 1:25,000

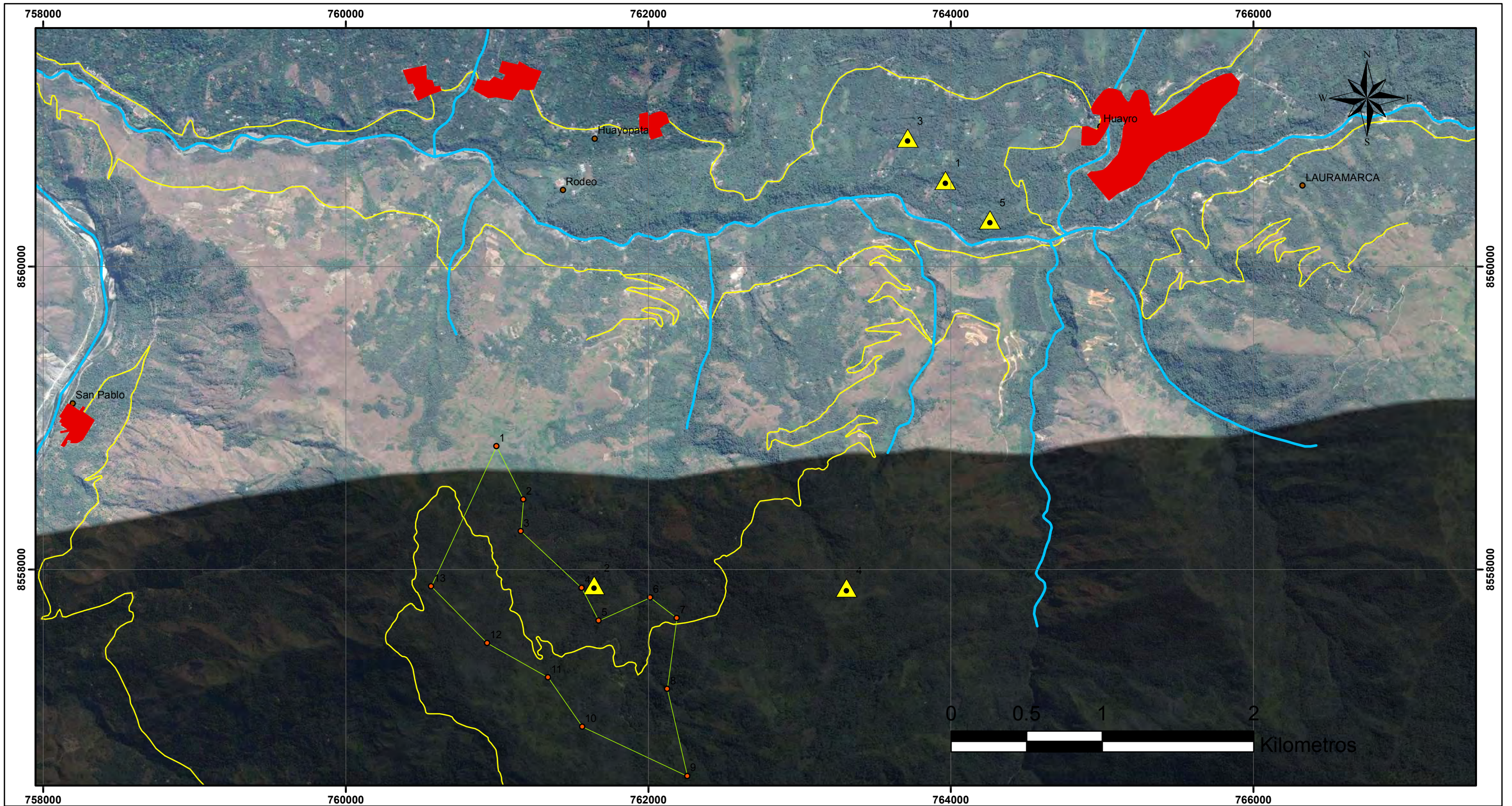
Coordenadas UTM

Coordenada	U	V	W	X	Y	Z
8564000	8565000	8566000	8567000	8568000	8569000	8570000
8564000	8565000	8566000	8567000	8568000	8569000	8570000






PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO	FECHA	ESTADO	PROYECTO	FECHA	ESTADO
...

PLANO DE VIAS DE ACCESO Y VETAS DE ARCILLA DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO



LEYENDA

-  Poligono de estudio de la Z.A. Q'ochapata
-  Zona Urbana
-  Drenaje
-  Vias
-  Vetas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUEOLOGÍA

TESIS: VETAS DE ARCILLA PARA LA PRODUCCION ALFARERA PREHISPANICA DEL SITIO ARQUEOLOGICO DE Q'UCHAPATA - LA CONVENCION - CUSCO			
UBICACIÓN		PLANO: VIAS DE ACCESO Y VETAS DE ARCILLA DEL VALLE DE AMAYBAMBA Y/O LUCUMAYO	
LOCALIDAD: Q'UCHAPATA	ASESOR DE TESIS: DR(a). PATRICIA M. ARROYO ABARCA	PRESENTADO POR: DR. MICHAEL F. PAREDES SANCHEZ / DR. YESICA SOTOBAMBA TUPAY	
DISTRITO: HUAYOPATA	FUENTE: SATELITE GOOGLE EARTH	CARTA DE REFERENCIA: 28 - r (Urubamba)	
PROVINCIA: LA CONVENCION	CUSCO	PUNTO DE REFERENCIA: E 0761952 / N 8557312 / Z 0002186	PLANO: P-08
FECHA: 18 L		MES: DICIEMBRE 2019	
ESCALA: 1:25,000			