

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



APORTES DE LA FLUORESCENCIA DE RAYOS X Y
MICROSCOPIA ÓPTICA PARA EL ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO
DE CERÁMICA INKA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO *SILLKINCHANI*
– TEMPORADAS 1998 – 2001

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN ARQUEOLOGÍA

Presentado Por:

Bach. Arq|ga. RUTH KELY SÁNCHEZ
HUAMÁN

ASESOR: Lic. Arq|go. ALFREDO
MORMONTOY ATAYUPANQUI.

CUSCO – PERÚ

2020

Contenido

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | RESUMEN | 5 |
| 2. | ANTECEDENTES, PROBLEMÁTICA, FINES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 7 |
| 2.1. | ANTECEDENTES | 7 |
| 2.1.1. | ANTECEDENTES ETNOHISTÓRICOS | 7 |
| 2.1.2. | ANTECEDENTES HISTÓRICOS | 8 |
| 2.1.3. | ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS | 11 |
| 2.2. | PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 2.2.1. | PROBLEMA GENERAL..... | 23 |
| 2.2.2. | PROBLEMA GENERAL | 24 |
| 2.3. | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 26 |
| 2.3.1. | PROBLEMA GENERAL | 26 |
| 2.3.2. | PROBLEMAS ESPECÍFICOS | 26 |
| 2.4. | HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 26 |
| 2.4.1. | HIPÓTESIS GENERAL..... | 26 |
| 2.4.2. | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | 26 |
| 2.5. | OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 27 |
| 2.5.1. | OBJETIVO GENERAL..... | 27 |
| 2.5.2. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 27 |
| 3. | PLAN DE INVESTIGACIÓN..... | 27 |
| 4. | PLAN DE CONSERVACIÓN | 28 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5. | METODOLOGÍA | 28 |
| 5.1. | ANÁLISIS | 28 |
| 5.2. | ARQUEOMETRÍA | 29 |
| 5.3. | ARQUEOMETRIA APLICADA A MATERIAL CERÁMICO..... | 32 |
| 5.4. | INTERÉS DEL ENFOQUE ARQUEOMÉTRICO EN LAS INVESTIGACIONES DE MATERIALES CERÁMICOS | 35 |
| 5.5. | INVESTIGACIÓN CUALITATIVA | 36 |
| 5.6. | MICROSCOPIA ÓPTICA (Mdp): | 38 |
| 5.7. | FLUORESCENCIA DE RAYOS X (PXRF): | 40 |
| 5.7.1. | Aplicación de la Fluorescencia de Rayos X | 40 |
| 5.8. | MÉTODO DE CLASIFICACIÓN DE LA CERÁMICA..... | 42 |
| 6. | EQUIPO DE INVESTIGADORES | 50 |
| 7. | RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN | 50 |
| 8. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 71 |
| 8.1. | CONCLUSIONES..... | 71 |
| 8.1.1. | VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA MICROSCOPIA ÓPTICA Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X:..... | 71 |
| 8.1.2. | DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA MICROSCOPIA ÓPTICA Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X: | 72 |
| 9.2. | RECOMENDACIONES..... | 93 |

| | | |
|-----|--|----|
| 9. | INVENTARIO DE BIENES CULTURALES MUEBLES INVESTIGADOS DE ACUERDO AL FORMATO PROPORCIONADO POR EL MINISTERIO DE CULTURA | 93 |
| 10. | PLAN DE DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN QUE CONTENGA LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, PRESENTACIONES EN EVENTOS, ACADÉMICOS, PRESENCIA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN A LA COMUNIDAD, ENTRE OTROS, REALIZADO O POR REALIZAR | 94 |
| 11. | BIBLIOGRAFÍA | 95 |
| 12. | ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL PROCESO DE TRABAJO Y DE LOS BIENES CULTURALES INVESTIGADOS | 97 |

1. RESUMEN

En algunos sitios la cerámica aparece como el más constante de los materiales arqueológicos durante las excavaciones, muchas veces no se le da la importancia debida, sin embargo esta contiene mucha información, ya sea en cuestiones de procedencia de materiales y minerales que la componen, así como las técnicas que se emplearon para su fabricación.

Durante los últimos años se realizaron diferentes estudios y análisis de la cerámica, siendo Valcárcel entre los años 1934 y 1935, Luis A. Pardo en el año 1939, John Rowe entre los años 1944 y 1946, Barreda y Chávez Ballón, mas la primera secuencia alfarera para la región del Cusco fue propuesta por John H. Rowe en 1956(Bauer, 2002). Algunos de los pioneros para el área del Cusco, quienes dieron los primeros pasos al estudio de la cerámica Inka, haciendo los análisis correspondientes, y prosiguiendo con una serie de investigadores.

El sitio de Sillkinchani fue ampliamente estudiado, en cuestión de la arquitectura, distribución de espacios, uso y función, mas no en cuestión de análisis de la cerámica, por ello la importancia de realizarla. Los primeros trabajos fueron realizados por los arqueólogos: Luis Cuba Peña en el año 1998, Octavio Fernandez Carrasco en el año 1999, Alfredo Mormontoy en el año 2000, Cumpa y Jimenez en el 2001 y Nilda Roman en el año 2004. Durante las excavaciones de cada proyecto se extrajeron un gran número de tiestos de cerámica, de diferentes periodos.

El presente trabajo tiene como soporte el material cerámico (Inka) recuperado de las excavaciones en el sitio arqueológico de Silkinchani durante los años 1998 – 2001.

Los métodos y técnicas para la caracterización de la cerámica arqueológica fueron creciendo durante las últimas décadas, destacando la arqueometría, siendo ésta un

conjunto de diferentes técnicas vinculada a las ciencias químicas y físicas, las cuales nos brindan mayor información acerca de la composición, procedencia, etc.

Las técnicas que se usarán en la presente tesis tienen como objetivo mejorar la calidad del registro arqueológico, a través de las facilidades que nos pueden brindar, son la microscopía óptica y la fluorescencia de Rayos X. Ambas técnicas aportarán en la creación de diferentes grupos de pastas de cerámica Inka, a partir de la determinación de los diferentes grupos estilísticos, así como los componentes químicos de los tiestos de cerámica Inka que forman parte de la cerámica hallada en el sitio de Silkinchani.

2. ANTECEDENTES, PROBLEMÁTICA, FINES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES ETNOHISTÓRICOS

De acuerdo a la información que se tiene por el Padre Bernabé Cobo en su crónica “Historia del Nuevo Mundo y la Relación de Guacas del Cusco”, La octava Onayra, es una quebrada de la Angostura, a donde se contaban que se metía de vientos asiéndole sacrificio. Quando soplaban recios vientos. Respecto a la novena guaca del primer ceque del Qollasuyo dice “La nona y ultima desde ceque se decía Mayu.

Es un río que corre por la Angostura sacrificabanle en ciertos tiempos del año en agradecimiento por que venían por la ciudad del Cusco”.

Respecto a la novena guaca del tercer cequeqollana dice “La novena y última guaca desde ceque era un cerro llamado Llucpacturu que esta frontera de la Angostura: el cual estaba disputado, para ofrecer en el al Ticci Viracocha, sacrificándose más cantidad de niños que en otras partes. Asi mismo le ofrecían niños hechos de oro y plata y ropa pequeña y era sacrificio ordinario de los incas”.

La tercera huaca, del noveno ceque del Antisuyo, dice “La tercera se decía Corcorpuquiu, era otro manantial que está en la puna encima de la Angostura (nombre en español de Acoyapuncu)”. Orcompugio es el nombre actual de una comunidad, y Aqoyoc, es el nombre actual de la quinta donde se ubica el sitio arqueológico de Silkinchani, y que algunos nativos lo conocen con el nombre de Aqoyoq (Cobo 1964:179450) (Roman Cutipa, Cruz Muñiz, & Trujillo Oquendo, 2014).

Así mismo Pedro Cieza de León en “La Crónica del Perú”⁴, en el capítulo XCVII, Del camino que se anda desde el Cuzco hasta la ciudad de la Paz y de los pueblos que hay hasta salir de los indios que se llaman canches.

“Digo, pues, que saliendo del Cuzco por el camino real del Collasuyu, se va hasta llegar a las angosturas de Mohina, quedando a la siniestra mano los aposentos de Quispecanche; va el camino por este lugar, luego que salen del Cuzco, hecho de calzada ancha y muy fuerte de cantería. En Mohina está un tremendo lleno de cenegales, por los cuales va el camino hecho en grandes cimientos, la calzada de suso dicha. Hubo en este Mohina grandes edificios; ya estaban todos perdidos y desechos. Y cuando el gobernador Francisco Pizarro entró en Cuzco con los españoles, dicen que hallaron cerca de estos edificios, y en ellos mismos, mucha cantidad de plata y de oro, y mayor ropa de la preciada y rica que otras veces he notado, y algunos españoles he oído decir que hubo en este lugar un bulto de piedra conforme al talle de un hombre, con manera de vestidura larga y cuentas en la mano, y otras figuras y bultos. Lo cual era grandeza de los incas y señal que ellos querían que quedase para el futuro: y algunos eran ídolos en que adoraba” (Cieza de León 1984:221) (Roman Cutipa, Cruz Muñiz, & Trujillo Oquendo, 2014).

2.1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En sus inicios la zona de San Jerónimo, estuvo ocupada por grandes grupos étnicos como los Ayarmacas, procedentes del Antisuyo, estableciéndose por este ámbito, como gran reino, logrando desarrollarse políticamente en el valle sur.

Refiere Rostworowski(1989), que los Ayarmacas, ocuparon gran parte de Huaqoto, por donde se instalaron una serie de huacas, en el segundo y tercer santuario llamado Urcopuquio aledaño a Sacahuaylla, al pie de la montaña Picol y entre el río Cuipanamaro, por donde se hallaba la huaca Auacospuquio, alimentando el pequeño manantial a los cultivos agrícolas ubicados por Larapa. (Dueñas Castillo, 2007)

Coadyuvando refiere el cronista Cobo (1653) que los santuarios Sahuaraura y Urcopuquio, estuvieron cerca del poblado de Larapa, hacia el nor este de la montaña de Picol. Mientras que el décimo santuario Picas – Pilcourco, se ubica hacia el oeste de

Raqaraqayniyoq, figurando como el décimo décimo primer santuario del Collasuyo, donde se sacrificaron doncellas provenientes de la ciudad del Cusco. Instalándose Picas en la comunidad de Raqaraqayniyoq, cerca de Sacashuaylla. Además se consigna al peimer seque como Mayu(río) que emerge por Angostura, donde se desarrollaron ofrendas en la época de vientos y el segundo seque asignado como Collana ubicado por Lluçpacturo en Angostura se sacrificaron niños, realizándose ofrendas y sacrificios, plasmada en una organización ritual de culto, que aseguró abundancia en la producción agrícola Inka.

Establecidos en esta jurisdicción los primeros gobernantes Inkas, mantuvieron desde un inicio supremacía y hegemonía política, administrativa, religiosa y económica.

Por entonces, San Jerónimo, estuvo poblada por el gran reino de los Omas, quienes procedentes del Antisuyo se establecieron por el camino de Huaqoto, por inmediaciones de Marascasa alcanzando amplio desarrollo. Al respecto la Dra. Rostworowski (1989) señala que el reino de los Omas de San Jerónimo, apostados por la zona de Huaqoto dominaron el ámbito y tuvieron participación activa en la fiesta ceremonial Huarachicuy, acompañados por los grupos Quicios y los Tampus. Consolidándose a través del tiempo, como grupo "Los Omas", se establecieron en los repartimientos de (San Jerónimo) y Sallo (Saylla) durante el periodo de Obispo Comisario Berlinga durante 1535.

Durante la época Inka el valle sur del Cusco, estuvo en dominio del soberano Inca Roca, quién desarrolló acciones expansionistas en este ámbito. Al respecto el cronista Pedro Sarmiento de Gamboa (1572) manifiesta que al someter al reino de los Omas y al grupo Pinagua, el soberano Inca Roca emprendió y desarrolló acciones expansionistas en el valle sur, conquistando muchos pueblos. Hallándose el cuerpo momificado de Inca Roca en Larapa.

Corroborando, Betanzos (1552) relata que Inca Roca como primer gobernante de la segunda dinastía conquistó muchos pueblos como Urco y Guacarpai. Continuando con el

proyecto emprendido, le sucedería en el reino su hijo Yahuar Huacac, quien apoyado por sus valerosos capitanes Vicaquirao y Apumayta dominó el territorio del Collasuyo; mandando a construir aposentos y moradas, demostrándose el notable conocimiento de ingeniería, aplicado en los distintos sitios de San Jerónimo.

Constituyéndose, San Jerónimo centro socio económico – administrativo y político del valle sur del Cusco, siendo la actividad agrícola esencial en el desarrollo integral de los pueblos. Al respecto Waldemar Espinoza (1982) señala que durante la época Inkael valle del Cusco mantuvo un basto sistema agrícola, acondicionándose paralelamente en distintos puntos estratégicos las Qolqas, donde se almacenó diferentes productos y enceres. Considerado elemento tecnológico de infraestructura logística de acumulación de productos y excedentes en la economía Inka, que instalados muchos de ellos en San Jerónimo, mantuvieron funciones de carácter socio – económico y administrativo.

Constituyéndose el área de Silkinchani, Qontaymoqo y Silkina centros importantes, correspondiendo el área de la zona arqueológica de Silkina al periodo Horizonte Tardío, donde se identificó cerámica Killke e Inka, respondiendo a necesidades de tipo agrícola, donde se construyeron estructuras arquitectónicas heterogéneas de almaenamiento (Qolqas), similar a los registrados en los sitios de Silkinchani y Qontaymoqo.

Hallando el Dr. John Rowe en 1941 en el sitio de Silkinchani fragmentos de cerámica Killke o Inka provincial, asociada a estructuras arquitectónicas. Y años después entre 1990 – 1999 continuando con las investigaciones arqueológicas distinguidos profesionales, se determinó la ocupación, cronología y funciones de los sitios arqueológicos señalados. Identificando la Br Arqlga Hellen García en el sitio arqueológico de Silkina, cerámica Killke y arquitectura correspondiente a una ocupación Inka.

2.1.3. ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS

El Dr. John H. Rowe, quien durante el recorrido que hace por el valle del Cusco entre los años 1941 a 1943 visitó el sitio arqueológico de Silkinchani, apreciando su importancia y destaca el hecho de que la parte media de las construcciones es de adobe y la parte inferior de piedras de campo, los vanos tienen dinteles de madera (Rowe, 1941).

Edwar Dwyer, publicó en su tesis “The early Inka Occupation of the Valley of Cusco Perú”, sobre algunos sitios prehispánicos de la zona de San Jerónimo y manifiesta en relación a Silkinchani. “Este fue el primer sitio donde Jhon Rowe recolectó cerámica Killke, en su visita al Cusco en 1941. Donde mencionó que la arquitectura parecía Inka, pero por la presencia de tiestos Killkes imposible determinar por qué hay una tardía disturbación. Los edificios son estrechos con terminales en piñon, y es muy probable que fueran depósitos Inkas, así mismo la estudiosa Susan Niles hace mención sobre el lugar arqueológico de la siguiente forma: “La existencia de otros grupos de ruinas son visibles al lado sur del río Huatanay, los más importantes son: Silkinchani y

De lo anterior manifestado que la presencia de ocupaciones Pre – Inca e Inca en estos lugares, mereció especial atención pues son básicos para establecer la secuencia de ocupación y desarrollo cultural de los sitios estudiados.

Los primeros trabajos de arqueología Inca estuvieron dedicadas a la cerámica, como se sabe la primera y famosa expedición de Hiram Bingham en Machupicchu (1915), a las que posteriormente surgen los trabajos de Luis E. Valcárcel (1934, 1935), de Luis Llanos (1936), de John Rowe (1944, 1946), así como de Luis A. Pardo (1939), Miguel Dorado (1971), de José Alcina Franch (1976) en la misión española, Brian Bauer (2002), entre otros; todos teniendo lugar en el Cusco (Villacorta; 2011).

La primera secuencia alfarera para la región del Cusco fue propuesta por John Howland Rowe en 1956. Ésta secuencia general dividió el periodo pre hispánico de la

región en seis amplias clasificaciones temporales-afareras. Posteriormente los trabajos serios continuaron por Mary Glowacky, Julinho Zapata Rodriguez y Brian Bauer.

Una primera clasificación de la cerámica Inca del Cusco se debe a Hiram Bingham, quién en 1915, a partir de los materiales recuperados en Machupicchu, agrupó a sus vasijas en diecisiete tipos, con cincuenta formas, de los cuales seis son consideradas como los arqueotipos de la cerámica Inca imperial, según Ravines y Silva (1994: 477) (Villacorta; 2011).

Considerando las investigaciones respecto a cerámica Inka, en el año 1938 – 1939, Luis A. Pardo realiza una clasificación de la cerámica, en trece categorías de uso, quien ordena las diferentes formas de acuerdo a su antigua utilización, asignándoles nombres quechuas. Con esto difiere mucho, en algunos casos, del principio de la igualdad o semejanza de formas, practicado hasta entonces. Se basa en sus conocimientos del quechua y sus observaciones etnográficas entre los indígenas contemporáneos de la sierra. Sin embargo la clasificación de Rowe de 1944, es la que ha recibido mayor aceptación, su clasificación en once formas con las primeras letras del alfabeto (A-K), es la que está siendo utilizada hasta la actualidad (Villacorta, 2011).

Rowe en 1944; distingue seis tipos de fase imperial en el Cusco. El tipo más importante y representativo es el “Cusco Polícromo”, domina en la cerámica encontrada durante la limpieza de Sacsayhuaman de los años treinta y fue considerado como “la alfarería típica del periodo Inca, más tarde imperial” (Valcárcel, 1934-1935).

Brian Bauer (2002: 16), realiza las colecciones de superficie y cateos de cerámica en la región del Cusco, específicamente en la provincia de Paruro, donde describe y analiza la secuencia cerámica de esta provincia, llevadas a cabo durante los años 1984 y 1987. Los fragmentos de cerámica fueron separados en grupos homogéneos basándose en las pastas, elementos de diseño, color de los pigmentos y el tratamiento de la superficie, y posteriormente subdivididos según la forma de las vasijas (Villacorta, 2011).

| Escala de tiempo (años) | Periodos Horizontes | Costa | | | Sierra | | | Región Titicaca | |
|-------------------------|---------------------|----------------|---------------------------------|----------------|--------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| | | Norte | Centro | Sur | Norte | Centro | Sur | Moquegua | Titicaca Altiplano |
| 1500 | Horizonte Tardío | INCA | INCA | INCA | INCA | INCA | INCA | INCA | INCA |
| 1250 | Intermedio Tardío | CHIMÚ | Chancay | Chincha Ica | Cajamarca | Huanca | Inca Chanca-Killke | Chiriballa | Lupaca - Collas |
| 1000 | | Sicán | (HUARI) Pachacamac | HUARI Ica | HUARI | HUARI | HUARI Piquillacta | Tumilaca | |
| 750 | Horizonte Medio | MOCHE | LIMA | NAZCA | Marchuamachuco | Huarpa | Huaro | Chen Chen | TIAHUANACO |
| 600 | | | | | | | | Omo | |
| 500 | Intermedio Temprano | Gallinazo Virú | Miramar | Topara Paracas | Cajamarca Recuay | Huarpa | Huarco | Huaricani | |
| 250 | | | | | | | | | |
| 0 | Horizonte Temprano | Salinar | Baños de Boza | Chilca | CHAVÍN | Rancha Chupas Wichjana | Chanapata | Pucara | |
| a.C. | | Cupisnique | Ancón | | | | | | |
| 200 | Periodo Inicial | Caballo Muerto | Garagay | Chilca | Kotosh | Pachamachay | Marcavalle | | |
| 500 | | Cerro Sechin | | | Huacaloma | | | | |
| 800 | Periodo Precerámico | Huaca Prieta | La Florida El Paraiso La Paloma | | Galgada Lauricocha | | | Chiripa | |
| 1000 | | Caral | | | | | | Asana | |
| 2000 | Periodo Lítico | Paján | Luz | | Guitarrero | | | | Toquepala |
| 4000 | | | | | | | | | |
| 6000 | | | | | | | | | |
| 8000 | | | | | | | | | |
| 10000 | | | | | | | | | |

Fig. 1. Cuadro cronológico de Brian Bauer, ref. Tradiciones Alfareras del Cuzco (2002)

Dentro de los trabajos realizados en la década de los 90 tenemos los efectuados por los Bachilleres en Arqueología Claros y Mormontoy para optar el título profesional de Licenciados en Arqueología, su trabajo fue en el sector II, donde concluyen de que Sillkinchani es un sitio de depósitos de la época Inca, y que el material asociado es en mayor porcentaje Inca con mínima cantidad de cerámica Killke (Claros y Mormontoy, 1992)

Los trabajos en el sector II de Sillkinchani se implementaron a partir del descubrimiento de estructuras durante los trabajos de remoción de suelos en el “lote” de la familia Flores, esta actividad dejó al descubierto la esquina de un muro de factura Inka de mampostería fina, como consecuencia de este descubrimiento se realizó el proyecto de investigación arqueológica, la misma que se ejecutó a partir de agosto de 1998, bajo la responsabilidad del Br. Luis Cuba, quien después de haber realizado los trabajos de

campo y gabinete llegó a resultados preliminares que la arquitectura corresponde a una cancha Inka con tres recintos, con dos tipos de aparejo uno fino y otro rústico y la cerámica asociada es Inka en un 98% aproximadamente con evidencias de la época pre Inka en mínimo porcentaje (Cuba, 1998).

La cerámica analizada preliminarmente el 98% nos permite verificarla mayor presencia de alfarería Inka, mientras que un 2% corresponde a cerámica Lucre y Killke. Así mismo dentro de la cerámica Inka se ha identificado algunas variaciones estilísticas que corresponden a Orqosuyo y Chucuito, como estilo A Y B (Cuba, 1998).

También se logró identificar cerámica Inka de la época Colonial, lo que nos estaría indicando la ocupación del lugar inclusive durante la presencia de los españoles.

De toda la cerámica analizada y clasificada, corresponde a alfarería de tipo ceremonial, lo que podría estar relacionándose con el carácter religioso y posiblemente administrativo. En la unidad S6W26 en su capa IV, evidencian objetos utilitarios grandes, aríbalos (Cuba, 1998).



Fig. 2 y Fig. 3 En las imágenes se muestran evidencias de muro Inka, halladas durante la excavación del Proyecto Silkinchani de 1998, las fotografías fueron tomadas del informe final del proyecto Silkinchani 1998.



Fig. 4 Fig. 5 Imágenes de evidencia de muros que forman parte de las estructuras Inka del sitio, fotografías tomadas del Proyecto Silknchani 1998.



Fig. 6 En ésta imagen se muestra evidencia de vasijas grandes, las cuales aparecen en el interior de una de las estructuras, fotografía tomada del informe final del Proyecto Silkinchani 1998.



Fig. 7 En ésta imagen se puede observar fragmentos de cerámica dentro de una vasija grande, cerámica que corresponde al periodo Inka, las cuales formaron parte del inventario de éste proyecto de investigación, fotografía tomada del informe final del Proyecto Silkinchani 1998.



Fig. 8 Vista panorámica de la estructura arquitectónica que contenía las vasijas y fragmentos de cerámica, fotografía tomada del informe final del Proyecto Silkinchani 1998.

Durante la temporada del año 2000, el INC a través de la Dirección de investigación amplió y profundizó las excavaciones en el sector II (Cancha Inka) donde se evidenció importante material cultural que corresponde a piezas completas de material alfarero de

carácter ceremonial. Estas evidencias tal como lo asevera en su informe final el Arq. Alfredo Mormontoy confirma, el carácter ceremonial y administrativo que tuvo como función la kancha Inka, así mismo dentro de todo el material alfarero diagnóstico logra identificar estilos Lucre y Killke en menor porcentaje.

Con respecto a la arquitectura hallada afirma que las evidencias arquitectónicas expuestas son de la época Inka teniendo estas dos etapas de construcción. La primera que fue modificada para realizar la segunda edificación. Sin embargo dejaron algunos muros como prueba de que existió una primera, la misma que era más simple, posiblemente de mejor jerarquía y diferente función comparado con la segunda edificación. Por razones estructurales, morfológicas y funcionales (Mormontoy, 2000).

Existe un primer intento de la aplicación de la arqueometría al estudio de la cerámica del Sitio de estudio, se trata de un análisis químico de las pastas cerámicas, dicho grupo de pastas de cerámica fueron obtenidas del proyecto Silkinchani del año 1998, el análisis fue realizado por la Químico Elena Tupayachi, los análisis fueron realizados en el año 2010, por parte de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco.

Respecto a la clasificación de la cerámica Inka, tenemos las siguientes propuestas:

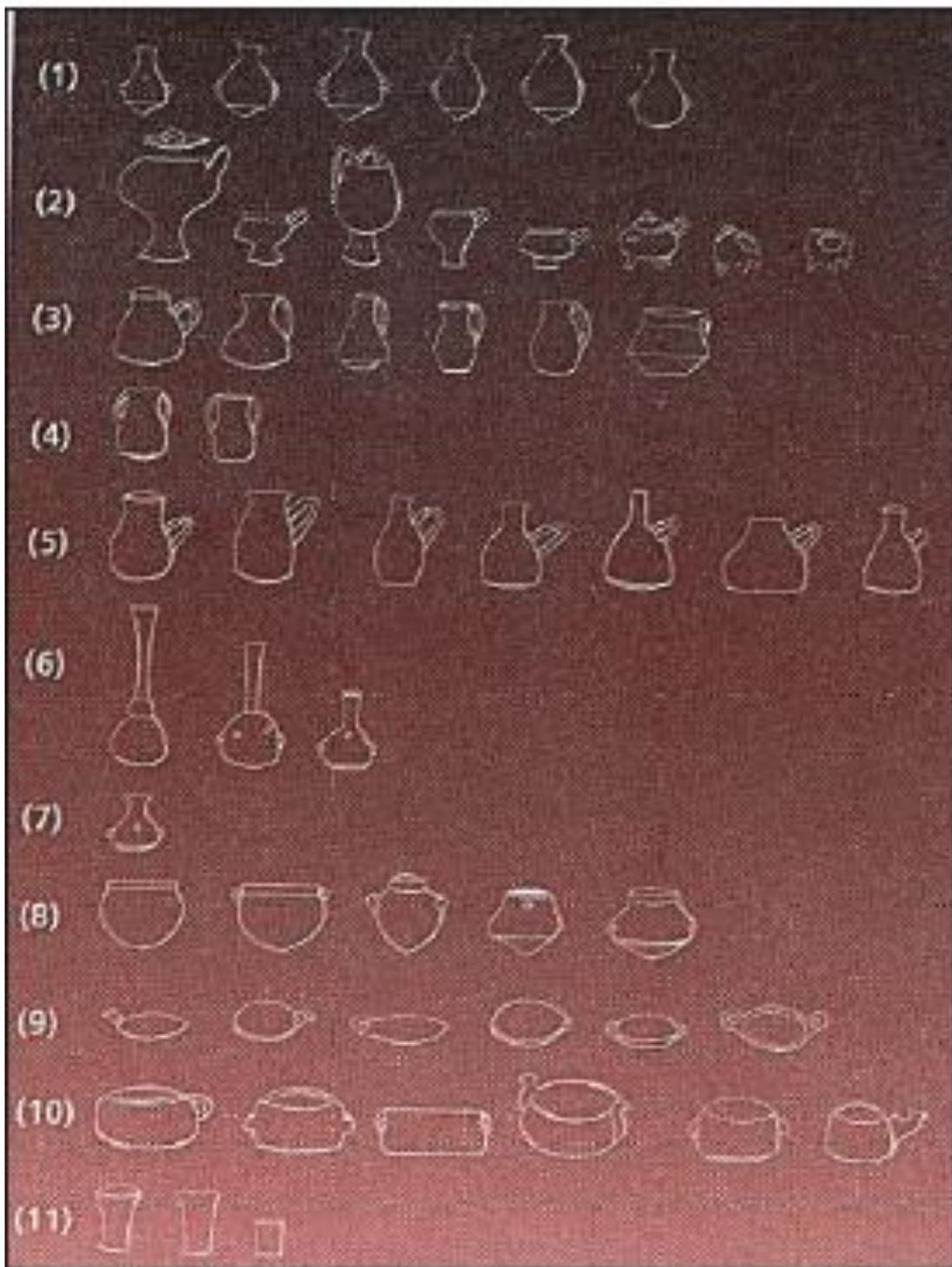


Fig. 9 Cuadro de las formas principales de la cerámica Inka, Ramiro Matos 1999: 117

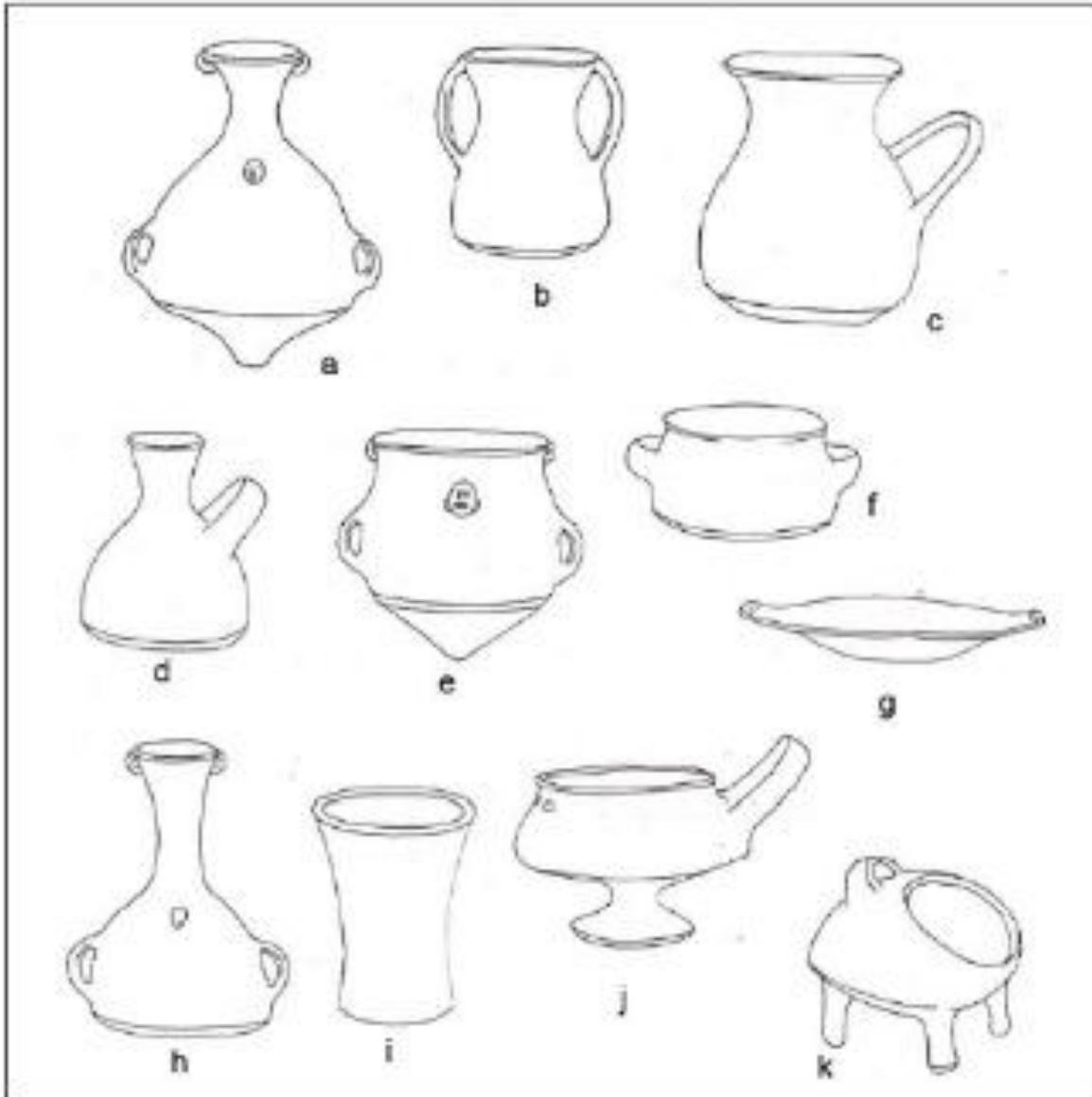


Fig. 10 Cuadro de formas de la cerámica Inka del Cusco (Adaptado de Rowe 1944)



Fig. 11 Clasificación de las formas de vasijas Inka, imagen tomada de Meyers 1975.

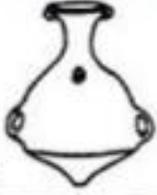
| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| A | 1  | | | |
| B | 2  | 3  | 4  | 5  |
| C | 6  | 7  | | |
| D | 8  | 9  | | |
| E | 10  | 11  | | |
| F | 12  | 13  | | |
| G | 14  | | | |

Fig. 12 Cuadro de las formas más representativas de la cerámica Inca. Kauffmann Doig, 2002

TESIS "ANÁLISIS DE LA CERÁMICA INCA: FORMAS Y DISEÑOS"
Morfología de la Cerámica Inca

| FORMAS DE CERÁMICA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| A | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | | | | | | | |
| G | | | | | | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | | |
| M | | | | | | | | | | | | | | |
| N | | | | | | | | | | | | | | |
| S | | | | | | | | | | | | | | |
| O | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | | | | | | | | | | | | | | |

Registrado y Dibujado por: Yanet Villacorta Oviedo - 2011

Figura 34: Cuadro morfológico de la cerámica Inca, la cual se utilizará para la descripción de la catalogación.

Fig. 13 Clasificación de la cerámica Inca, según formas diseños, Villacorta Oviedo Yaneth, 2009.

Más adelante estaremos presentando las formas de las vasijas Inka más representativas del sitio arqueológico de Silkinchani.

2.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.

2.2.1. PROBLEMA GENERAL.

Las investigaciones en el sitio arqueológico de Sillkinchani hasta la fecha han identificado cuatro estilos cerámicos: Qotakalli, Lucre, Killke e Inka. Siendo el último de mayor frecuencia.

Durante las investigaciones en los años 1998 – 2001, se realizó un pequeño análisis a nivel morfológico (no profundizando en éste) más no a nivel tecnológico.

Los primeros intentos de clasificación fueron realizados inicialmente por Luis A. Pardo el año 1939, John Rowe en 1944, la Misión Científica Española en Chinchero el año 1970 y finalmente Albert Meyers en 1975, posteriormente en el año 2011 la arqueóloga Yaneth Villacorta posterior a estos trabajos no existen mayores intentos en el Cusco, habiéndose dejado de lado toda tentativa de un ordenamiento y clasificación de dicho material. Si bien es cierto los trabajos antes citados fueron una contribución importante a la arqueología de su época, actualmente se hace necesario un análisis del material cerámico, para el conocimiento de las variedades morfológicas e iconográficas, el cual ayudará en el conocimiento de la sociedad Inca, más aún si para la actualidad se cuenta con un corpus extenso de objetos cerámicos fruto de investigaciones arqueológicas realizadas en el Cusco y de material procedente de fondos museográficos. (Villacorta, 2011:137).

Referente a los análisis mediante técnicas de la Arqueometría, el análisis de pastas de cerámica por parte de la Químico Elena Tupayachi, éste análisis se realizó mediante Fluorescencia de Rayos X, llegando a los siguientes resultados:

Los análisis se desarrollaron el año 2010, teniendo un total de doce (12) fragmentos analizados, de los cuales hace una descripción general, como la forma, color de decoración, información acerca la pasta y la composición química, mas no se menciona el estilo cerámico de cada fragmento analizado.

Dentro de la descripción de la composición química, los elementos que aparecen con mayor énfasis son los siguientes: sílice, mica, biotita, cuarzita, hematita y aquellos que aparecen en menores cantidades son los siguientes: minerales ferromagnesianos, agregados calcáreos, feldespatos, sodio, potasio y calcio.

2.2.2. PROBLEMA GENERAL

Existen muy pocos estudios de esta naturaleza en la región del Cusco, uno de los cuales fue realizado por Sara Lunt (láminas delgadas) en el sitio de Cusichaca, Bill Sillar y Nino del Solar Velarde.

El trabajo de Sara Lunt en 1987, en su tesis doctoral titulada “cerámica Inca y pre Inca (cerámica de Cusichaca, departamento de Cuzco, Perú)”, en este trabajo, la cerámica difiere de las colecciones estudiadas previamente de dos maneras: primero en la clasificación y los métodos de estudio, y en segundo lugar en su derivación.

Los talleres de cerámica se han estudiado y utilizado como discriminador primario. El potencial de los talleres para identificar la cerámica importada es útil, para considerar las actividades económicas dentro del imperio inca y a través de sus fronteras. Se consideran las áreas fuente, tanto en términos de entorno geológico como de talleres de cerámica. Las técnicas de cerámica se examinan en relación con la organización del taller, con las características formales y decorativas, y con los requisitos de marketing y consumo.

La cerámica usada para su análisis es proveniente de excavaciones de depósitos estratificados, a través de este estudio se pretendía identificar la actividad mercantil, antes de la ocupación Inca en el área. Los depósitos estaban distribuidos en cinco sitios, la

cerámica de cada sitio tiene su peculiaridad en cuanto a composición, por ello se discutió la falta de concordancia entre la composición y tipos específicos de edificios.

Lunt menciona que la cerámica del tipo “Horizonte Temprano” de Cusichaca es muy parecida a la cerámica temprana del Cusco, por lo tanto no hay señal de desarrollo, llegando así a la conclusión que la cerámica fue importada de Marcavalle y Chanapata, también menciona que no existen datos radiocarbónicos lo suficientemente relevantes para compararlo con Pikillaqta.

La producción de la cerámica Killke inicia en el periodo Intermedio Tardío (1000 d.C. – 1400 d. C.), (Lunt, 1987).

Alcina Franch, 1968, donde menciona que hubo una coexistencia de diferentes tipos de comunidades en el Horizonte Tardío. Rowe en 1963 y Bonavia en 1978, consideran que el imperio Inka fue rural, no urbano.

Por otro lado en el artículo titulado “Microscopic Rocks and Expansive Empires: Investigating Inca Ceramics from Cuzco, Peru”

Los autores mencionan que la cerámica polícroma de alta calidad son un aspecto icónico del material cultural Inca, mencionan que los precursores de la cerámica Inka son los estilos Killke y Lucre, para lo cual tomó una muestra de ambos estilos.

Se menciona que utilizaron un método analítico para su estudio, la petrografía, técnica que proviene de la geología.

De acuerdo a los resultados de la petrografía, Sillar sugiere que el estilo Lucre es el precursor tecnológico de la cerámica Inka, ya que ambos estilos fueron realizados con materiales similares.

La andesita como temperante fue usado de manera exitosa en el rango de vasijas Lucre, especialmente en la manufactura de jarras grandes (Chatfield 2007) (Iser, Lunt, Sillar, & Thompson, 2014)

Nino del Solar

Los centros de producción se identifican a través de un análisis composicional, definiendo conjuntos de cerámica compuesta por una misma combinación básica de arcilla y mordiente o aglutinante, mediante un análisis químico de las concentraciones de elementos como las arcillas y arena por citar.

2.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la aplicación de la microscopía óptica y la fluorescencia de Rayos X en el estudio arqueométrico de la cerámica Inka del Sitio Arqueológico de Silkinchani de las temporadas 1998 - 2001?

2.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuáles son las formas cerámicas más representativas del sitio de estudio?
2. A partir de la microscopía óptica ¿Existe algún catálogo con imágenes de pastas que contenga las mediciones tanto de las inclusiones como los temperantes de las pastas del sitio de estudio?
3. A partir de la fluorescencia de Rayos X ¿Se puede agrupar material cerámico según su naturaleza química?

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La ventaja general de ambas técnicas es que ninguna es destructiva o invasiva en comparación de otras técnicas arqueométricas.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Las formas más representativas son: aríbalos, platos, vasos, cuencos, etc.

2. Hasta el momento no se creó ningún catálogo de imágenes de pastas, que contenga las mediciones tanto de las inclusiones como los temperantes de las pastas Inka del sitio de estudio.

3. De acuerdo a la composición química del material cerámico, se pueden crear grupos de pastas según su naturaleza química.

2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Conocer las ventajas y desventajas de la aplicación de la microscopía óptica y la fluorescencia de Rayos X en el estudio arqueométrico de la cerámica Inka del sitio de estudio.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Creación de un cuadro con las formas cerámicas más representativas del sitio de estudio.

2. Creación del primer catálogo de imágenes de las pastas, a partir de la microscopía óptica, que contenga las mediciones de las inclusiones y temperantes.

3. Agrupar el material cerámico según su naturaleza química, a partir de la fluorescencia de Rayos X.

3. PLAN DE INVESTIGACIÓN

El plan de investigación se dirige de manera objetiva al reconocimiento de las ventajas y desventajas de la aplicación de dos técnicas arqueométricas, microscopía óptica y fluorescencia de rayos X, para el estudio de la cerámica del sitio arqueológico de Silkinchani de las temporadas 1998 - 2001.

Se dio inicio a la investigación con la recolección de datos y antecedentes, posteriormente se procedió con la autorización para la habilitación de un ambiente dentro de la casa hacienda de Valle Umbroso, ubicado en Tipón, para realizar el

respectivo registro del material de estudio. Una vez habilitado dicho espacio se procedió con la selección del material diagnóstico, para después realizar la re selección un grupo pequeño de trece fragmentos de cerámica, los cuales fueron enviados al ¹DFQ, cabe mencionar que la selección de éste grupo tan pequeño fue a causa de resoluciones emitidos por el Ministerio de Cultura, en el requerimiento se pidió analizar por lo menos una muestra de treinta fragmentos, el grupo de los trece fragmentos fueron sometidos a la aplicación de las técnicas arqueométricas ya mencionadas.

Continuando el proceso de análisis del material seleccionado, los resultados del registro del material en general fueron sometidos a software, como Microsoft Excel, resultados que se serán mostrados más adelante.

4. PLAN DE CONSERVACIÓN

El proyecto no cuenta con un plan de conservación.

5. METODOLOGÍA

El significado de metodología en sí, se refiere a los métodos de investigación que se siguen para alcanzar los objetivos en una ciencia o estudio, la metodología que se utilizará a lo largo de la investigación.

A continuación, presentaré los conceptos básicos del presente trabajo para tener una mejor idea de lo que se quiere expresar.

5.1. ANÁLISIS

La definición de análisis según la RAE, “Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos”.

El análisis es aplicable en muchas ciencias, naturales, matemáticas así como en las ciencias sociales.

¹ DFQ: Departamento Físico Químico de la Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco.

Respecto a los análisis en pastas, Isabell Druc, en su libro pastas cerámicas en lupa digital, menciona que los análisis juegan un rol importante, ya que nos ayudan a descubrir recurrencias mineralógicas y texturales que nos permitan agrupar cerámicas con similitudes y aislar las que parecen diferentes.

5.2. ARQUEOMETRÍA

La Arqueometría, como disciplina, tendría sus orígenes en Europa y Norteamérica desde finales del siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX. En ese periodo de tiempo, países como Alemania, Francia, Reino Unido y Estados Unidos fomentaron la creación de museos especializados a los que se les asoció laboratorios de ciencias experimentales en aras de estudiar, conservar y restaurar los bienes conformantes de las colecciones (Del Solar Velarde, 2011, pg.7).

La primera mención del término “Arqueometría” está vinculada al nombre de la revista *Archaeometry*, fundada en 1958 por el Research Laboratory for Archaeology and the History of Art de la Universidad de Oxford (Leute, 1987:2; Tite, 1991:139). Aitken(1961) la define específicamente como “mediciones hechas en material arqueológico”.

La arqueometría es un campo de investigación relativamente nuevo en comparación de otros, ésta puede ser entendida como la aplicación o la utilización de técnicas de otras ciencias, como la Física, Química, Biología, Geología, Geografía, Matemática e Informática, en la resolución de problemas dentro de los diferentes campos de la arqueología, en cuestiones de datación, registro, etc. No sólo en el campo de la arqueología, sino también en la Historia (Sepúlveda Marcela & Chapoulie Rémy, 2018, pág. 15).

Una investigación arqueométrica implica consecuentemente una aproximación necesariamente multi, inter y hasta transdisciplinaria. En los años 1970, en Estados Unidos y con impulso de la arqueología procesual norteamericana, sugirió el concepto de

Interpretado de manera sencilla, podríamos ver la Arqueometría de éste modo:

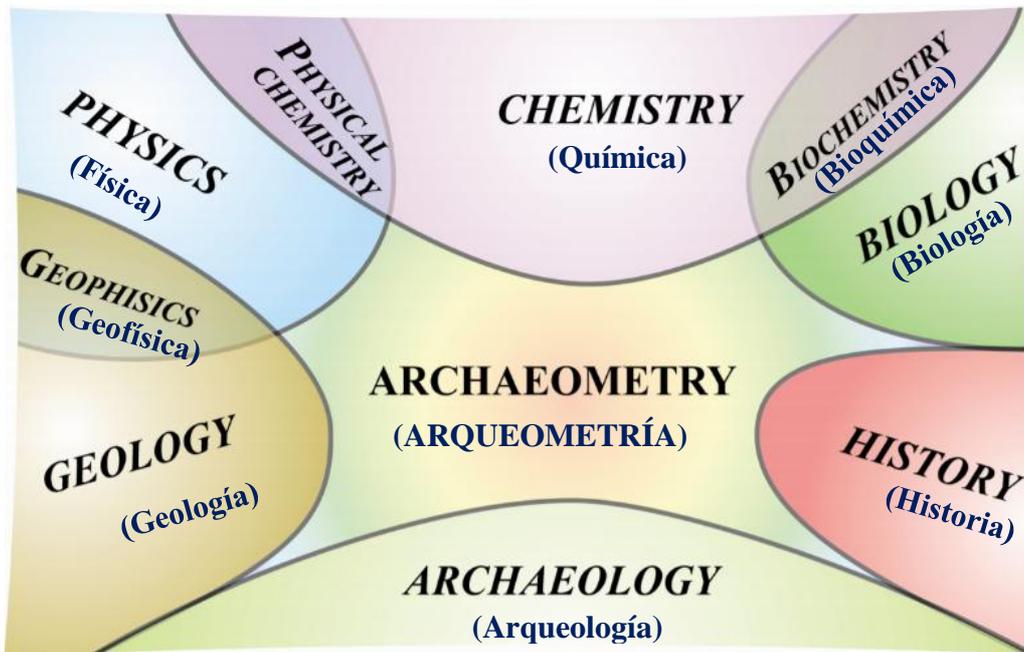


Fig. 11 Arqueometria, un campo de aplicación de análisis químico, gráfico original del Dr. Evelin Kuleff, de la universidad de Sofía, Bulgaria. (2008), donde podemos apreciar la complejidad de la arqueometría.

Según María Dolores Tenorio y Belem Méndez-Garrido, la Arqueometría podría definirse como el avance de la tecnología, así como de la ciencia, ya que ambos apoyan fuertemente la investigación de los materiales de las culturales antiguas, que según ellos representa la interfase entre la historia del arte y la arqueología con las ciencias naturales, la física experimental moderna y la química analítica (María Dolores Tenorio & Belem Méndez-Garrido, 2004, pg.36).

“El arqueólogo está todavía en los comienzos de su tarea; quedan por abrirse campos inmensos de conocimiento..., depende cada vez más de la ayuda de los recursos de la ciencia y tecnologías modernos... señalan el camino hacia un mayor progreso en el descubrimiento del pasado común de la humanidad” (Don Brothwell y Eric Higgs, 1969).

La Arqueometría ocupa hoy un lugar tan importante en nuestra disciplina que ha llevado a decir a algunos autores, que “los mayores avances de la arqueología en el siglo

XXI se producirán en el laboratorio, y ya no en las propias excavaciones y prospecciones de campo” (Douglas Price, 2007).

En la presente tesis a partir del uso de las técnicas de Fluorescencia de Rayos X y Microscopía Óptica, podría mencionarse que es la combinación de Arqueología con la química (Fluorescencia de Rayos X), mientras que la combinación de la Arqueología con (Microscopía Óptica).

5.3. ARQUEOMETRIA APLICADA A MATERIAL CERÁMICO

Antes de iniciar con los trabajos en gabinete, se solicitó al ministerio de Cultura que se nos facilite un espacio en la hacienda de Valle Umbroso, ubicada en Tipón, Oropesa. Los cuales accedieron y tuvimos que habilitar un espacio.



Fig. 14 Imagen del espacio brindado por el Ministerio de Cultura se encontraba en pésimas condiciones, por lo cual tuvimos que habilitarlo.



Fig. 15 Procedimiento de habilitación del espacio otorgado por el Ministerio de Cultura, para la realización de la investigación.

Seguidamente iniciamos con la entrega, por parte del servidor del Ministerio de Cultura, del material cerámico a analizar. Éstos fueron trasladados y analizados.



Fig. 16 Traslado del material desde los depósitos hacia el espacio habilitado para su respectivo inventariado



Fig. 17 Procedimiento de registro en inventario del material cultural a investigar

Al finalizar el inventario de todo el material cerámico, de los proyectos Silkinchani 1998 – 2001, separamos material *diagnóstico*², un material diferenciado del resto por distintas características



Fig. 18 Realización del inventario del material cerámico, separación del material diagnóstico del no diagnóstico.

² Según la Rae, la palabra Diagnóstico, significaría lo siguiente: Descripción característica y diferencial de abreviada de una especie, género, etc.

En el registro arqueológico precolombino, esta clase de material es a veces el más abundante. De manera fundamental y general, este material es la resultante de dos procesos mayores: los procesos de adquisición de materias primas y los procesos técnicos de elaboración y de utilización de productos terminados. Su análisis permite formular hipótesis sobre, por ejemplo, la tecnología de una sociedad y contribuir al conocimiento de los sistemas técnicos prehispánicos.

Para su estudio, la investigación arqueológica actual viene incorporando nuevos métodos y técnicas analíticas que forman parte de una disciplina denominada “arqueometría” y, más recientemente, “ciencias arqueológicas”. Estos permiten ejecutar análisis elementales (EDXRF, WDXRF, AAS, ICP-AES, EDS, PIXE, PIGE, RBS, ICP-MS, entre otros) y análisis estructurales (XRD, Espectrometría Raman, Espectrometría Infrarroja, entre otros) sobre vestigios objeto de preguntas arqueológicas previamente bien definidas (Chapoulie, Del Solar Velarde, & Cantin, 2018).

5.4. INTERÉS DEL ENFOQUE ARQUEOMÉTRICO EN LAS INVESTIGACIONES DE MATERIALES CERÁMICOS

No existe un método universal para el estudio arqueométrico de materiales cerámicos. En el dominio de la Arqueometría, un investigador debe ser siempre ecléctico y abierto a la posibilidad de confrontar sus resultados con los resultados obtenidos mediante otros métodos de análisis.

Los métodos y técnicas son diversos y sus empleos están subordinados a las problemáticas de investigación desarrolladas por el arqueólogo o el ceramólogo. El hecho de elegir una o muchas técnicas depende de diversos factores, como el tipo de material que se va a analizar en función de su composición y de sus grados de alteración (Chapoulie, Del Solar Velarde, & Cantin, 2018).

5.5. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA

La flexibilidad posibilita la adaptación del investigador al objeto / sujeto y el uso del progreso de los conocimientos en los próximos pasos. Mientras que la franqueza se refiere a la postura del investigador, la flexibilidad por su parte se refiere a sus acciones y reacciones.

La flexibilidad se muestra no sólo en cada método, sino también en todo el proceso de investigación (Girtler 1984/1988; 39; Lamnek 1988/1995, 27 y 237). El uso de técnicas estandarizadas no es prohibido, pero la flexibilidad exige más que sólo limitarse a la estandarización. Por otro lado, ningún investigador tiene suficiente tiempo y medios para extender su proyecto sin restricciones. (Rodas Téllez, 2002)

Como se ha insistido con anterioridad, ambos resultan fructíferos. La investigación cuantitativa nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.

Por su parte, la investigación cualitativa da profundidad a los datos, la dispersión, la riqueza interpretativa, la contextualización del ambiente o entorno, los detalles y las experiencias únicas. También aporta un punto de vista "fresco, natural y holístico" de los fenómenos, así como flexibilidad. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2003).

En cuanto a la metodología aplicada y directa a la cerámica, (Chapoulie, Del Solar Velarde, & Cantin, 2018) mencionan que no existe un método universal para el estudio

arqueométrico de materiales cerámicos. En el dominio de la Arqueometría, un investigador debe ser siempre ecléctico y abierto a la posibilidad de confrontar sus resultados con los resultados obtenidos mediante otros métodos de análisis.

Son diversos los métodos y técnicas, sus empleos están subordinados a las problemáticas de investigación desarrolladas por el arqueólogo o ceramista, el hecho de elegir una o muchas técnicas depende de diferentes factores. (Regert, 2006), generalmente los análisis arqueométricos son invasivos y en un cierto grado destructivos. Según (Bishop, 1982) la mayoría de los métodos de caracterización son moderadamente destructivos.

En cuanto a métodos ya empleados en la caracterización del material cerámico tenemos al más conocido, método analítico, el cual es proveniente de las ciencias experimentales. Tenemos el trabajo de Ann Shepard, ella empleó una aproximación estilística y estudios petrográficos para identificar las diferencias en la composición de grupos cerámicos de San Juan de Tohil.

Ann Shepard menciona que los físicos fueron los que introdujeron métodos rápidos para el análisis de composición de la cerámica, estos métodos se basan en la medición de las propiedades de la cerámica, también menciona que muchos de los métodos de análisis son muy costosos. Además menciona que el conocimiento de la geología de una región podría ayudar en la interpretación de datos.

Trabajo con similar número de muestras es el trabajo piloto de activación de neutrones, para el análisis de la pasta, en este trabajo se analizaron 11 tiestos, 9 de los cuales, justifican la hipótesis de que el manganeso deriva de la arcillas.

Para el examen de las pastas, es necesario la utilización del microscopio binocular para la clasificación preliminar, de esta manera la comparación tiene gran ventaja y es una

valiosa guía para hacer un análisis más detallado, ya sea un análisis químico o mineralógico (Shepard, 1956).

A continuación delimitaremos los conceptos que utilizaremos en ésta investigación:

5.6. MICROSCOPIA ÓPTICA (Mdp):

El microscopio óptico es el descendiente de los primeros microscopios inventados en Holanda en el siglo XVIII y que, desarrollados a lo largo de los siglos, han contribuido al conocimiento del mundo a escala microscópica en todos los dominios de las ciencias experimentales: de la Física a la Química, de la Petrología a la Biología, hasta la Arqueología.

La luz es utilizada para realizar observaciones en reflexión o en transmisión. Pero más allá de un aumento de 1000x, la calidad de la observación con la luz no mejora pues se alcanza el límite de resolución del instrumento. Esta es del orden de 200 nm en el mejor de los casos (el ojo humano posee un poder de resolución de aproximadamente 100 μ m).

El principal obstáculo está asociado a la naturaleza ondulatoria de los rayos electromagnéticos; otro obstáculo reside en la apertura numérica de los objetivos utilizados por el microscopio.

Sin embargo, numerosas observaciones necesitan ir más allá de éste límite de resolución y ésta es la razón por la cual se buscó utilizar otro tipo de radiación. La radiación corpuscular o electrónica se adecúa muy bien pues presenta una longitud de onda más corta que aquella presentada por la luz visible. Ésta radiación es adaptada a la exploración de la materia a escala subnanométrica, con un poder de resolución del orden 0,2 nm para un aumento de 250 000x (Colliex, 1998).

En este estudio se empleó un microscopio digital portátil Dinolite modelo AM4115ZT. La toma de fotografías microscópicas de las pastas se realizó con luz polarizada (parámetros: brightness= 128, contrast= 16, hue= 0, white balance= 0,

saturation= 16, sharpness= 1 y gamma= 64) a aumentos iguales o superiores a 20x luego de haber realizado manualmente la calibración del equipo. Las imágenes obtenidas fueron posteriormente registradas bajo formato .tiff. Es importante señalar que se ha empleado las clasificaciones de modos de cocción de Picon (2002), la escala Udden-Wentworth para las informaciones concernientes a la granulometría de las inclusiones no plásticas, así como la escala de angulosidad de granos adaptada de Muller (en 1964) en Strienstra (en 1986, figura 5) (Druc y Chavez 2014: 12-13).

El microscopio Dino – Lite Edge AM4115ZT ofrece una calidad de imagen superior con un diseño de lente de vanguardia, que proporciona una calidad de imagen inigualable con una nitidez sorprendente. El polarizador de libre ajuste ayuda a revelar más detalles o mejorar el contraste en la superficie al reducir o eliminar los reflejos. Este modelo también incluye el modelo de tapa adaptable, que es un diseño de tapa frontal intercambiable que se utiliza para adaptarse en diferentes campos de aplicación, el solo hecho de quitar la tapa nos proporciona una mayor distancia de trabajo, lo que brinda una mayor conveniencia en el rango completo de aumento, del mismo modo el software del microscopio nos permite realizar diferentes mediciones de las inclusiones, lo que nos ayuda a realizar un mejor registro del material analizado.



Fig. 19 Imagen dónde se puede apreciar la toma de imágenes a través del microscopio portátil Dino Lite, modelo AM4113ZT(R4), fuente: Tesista.

5.7. FLUORESCENCIA DE RAYOS X (PXRF):

Las técnicas de XRF y PIXE, están basadas en la detección de rayos X emitidos por transiciones electrónicas: al ionizar un átomo por la interacción con rayos X o protones de proporciona suficiente energía a los electrones de las capas internas (K, L, M) para que éstos logren escapar del átomo, lo que genera que se forme un hueco en las capas electrónicas y que el átomo se encuentre en un estado inestable por un tiempo muy corto (Fig. 21).

La estabilidad se recupera tras la transición de electrones de las capas más externas a las capas electrónicas incompletas con la consecuente liberación de energía, la cual se emite en forma de radiación electromagnética (luz) de energías específicas que corresponden a rayos X que son característicos de la distribución electrónica de cada átomo y, recuperara la distribución original de electrones del átomo. Debido a esto se emite un conjunto de rayos X que son característicos de la distribución electrónica de cada átomo y, por lo tanto, constituyen una huella digital única para su identificación. Asimismo, la cantidad de rayos X característicos es proporcional a la concentración de cada átomo en el material estudiado, por lo que a partir de la intensidad de los rayos X característicos es proporcional a la concentración de los elementos presentes en el material estudiado si se determina la sensibilidad del sistema de análisis, se toma en cuenta la absorción de rayos X en el material y se emplean materiales de referencia certificados, los cuales son irradiados bajo las mismas condiciones que las muestras o los objetos de estudio (José Luis Ruvalcaba, 2018).

5.7.1. Aplicación de la Fluorescencia de Rayos X

Para la aplicación de la Fluorescencia de Rayos X (pXRF) en Arqueometría se emplean diversos equipos, sobre todo equipos dotados de tubos de Rayos X (Potts y West, 2008), que dan lugar a una haz incidente sobre una región específica del objeto de estudio

y cuentan con un detector de estado sólido (Si PIN o *Silicon Drift Detectors* - SDD) para captar los rayos X característicos emitidos (Fig. 21). Los equipos portátiles tienen un par de láseres que convergen la región de incidencia del haz de rayos X del tubo para señalar la región de análisis. Frecuentemente se cuenta con una cámara y un microscopio integrados a los equipos para observar y registrar la zona analizada. Estos equipos permiten analizar una región de 1 a 2 mm de diámetro sin contacto con la superficie del objeto (Potts y West, 2008).



Fig. 20 En la imagen se puede apreciar el aparato de Fluorescencia de Rayos X, conectado a un ordenador para así procesar los resultados, fuente: Tesista.

Características del equipo de Fluorescencia de Rayos X:

Equipo: Thermo Scientific™ Niton™ XL3t GOLDD XRF Analyzer (calibrado en fábrica, con más de 5 años de antigüedad).

- Fuente: Ánodo de plata.
- Detector: GOLDD (Geometrically Optimised Large area Silicon Drift Detector).
- Filtros empleados: high filter, main filter, low filter y light filter.
- Modo: Mining Cu/Zn.
- Tiempo: 30 s (por filtro).

* Bal: grupo de elementos no metálicos.

5.8. MÉTODO DE CLASIFICACIÓN DE LA CERÁMICA

La fiabilidad de una clasificación depende del carácter distintivo de diferentes características como el tamaño, el estado de conservación del tiesto, el éxito del clasificador para completar la descripción de tales características importantes como la forma y la decoración.

Trece (13) fragmentos de cerámicas arqueológicas (Tabla 1) descubiertos en el marco de las labores de investigación del PICFM-AMFS, han sido analizados en el Departamento Físico Químico (en adelante DFQ) de la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco (en adelante DDC de Cusco).

Tabla 1 Numeración de los fragmentos a analizar, el año del proyecto al que pertenecen y la descripción de los contextos donde fueron hallados.

| | N° de inventario en el PICFM-AMFS | Nombre en el DFQ de la DDC de Cusco (Del-Solar-Velarde, este informe) |
|---|--|--|
| 1 | Año: 2000; sector: II; subsector: pasaje (R1-R2); unidad: N9-E4; capa: III; contexto: II; bolsa de inventario: 019 | DGN-011 |
| 2 | Año: 2001; sector: II; subsector: pasaje (R1-R2); unidad: N9-E4; capa: III; contexto: II; bolsa de inventario: 019 | DGN-014 |
| 3 | Año: 2000; bolsa de inventario: 013 | DGN-030 |
| 4 | Año: 2000; unidad: S6W24; capa: IV; bolsa de inventario: 025 | DGN-081 |
| 5 | Año: 2000; unidad: S6W24; capa: IV; bolsa de inventario: 025 | DGN-088 |

| | | |
|----|---|---------|
| 6 | Año: 2000; sector: I; subsector: NE; capa: II; bolsa de inventario: 016 | DGN-102 |
| 7 | Año: 2000; sector: I; subsector: NE; nivel: II; bolsa de inventario: 016 | DGN-116 |
| 8 | Año: 2000; unidad: S6W24/N17W14S; capa: IV; contexto: I bolsa de inventario: 020 | DGN-154 |
| 9 | Año: 2000; unidad: S6W24; capa: IV; bolsa de inventario: 027 | DGN-330 |
| 10 | Año: 2000; sector: II; subsector: R-3; unidad: S2W3.50; capa: III; bolsa de inventario: 073 | DGN-359 |
| 11 | Año: 2001; sector: II; unidad: 5; capa: I; bolsa de inventario: 278 | DGN-443 |
| 12 | Año: 2001; sector: II; unidad: IV; capa: III; bolsa de inventario: 267 | DGN-498 |
| 13 | Año: 2001; sector: II; unidad: 14; capa: V; bolsa de inventario: 115 | DGN-571 |

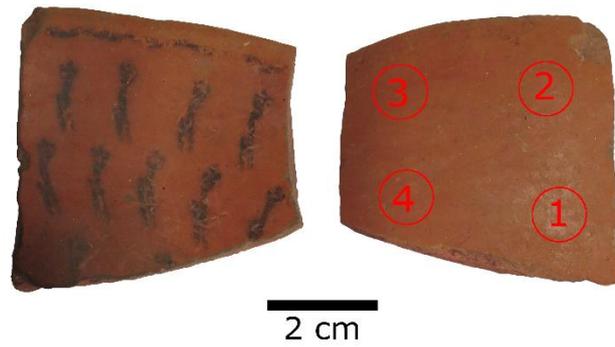


Fig. 21 (a y b). Fragmento DGN-011: izq.: superficie interna y der.: superficie externa.

De acuerdo a la tabla Munsell el color de la pasta, la superficie externa e interna es 2.5 YR 5/6 red, mientras la decoración es 7.5 YR 2.5/1 Black



Fig. 22 (a y b). Fragmento DGN-014: izq.: superficie interna y der.: superficie externa.

De acuerdo a la tabla Munsell el color de la pasta es: 2.5 YR 5/6 red, el color de la superficie interna es: 10 YR 5/4 Very pale brown, el color de la superficie externa es el siguiente: 10 YR 5/4 Yellowish Brown, los colores de la decoración, las líneas externas de los peces son: 7.5 YR 2.5/1 Black, la pintura interna de los peces son: 2.5 YR 3/4 Dark reddish Brown.



Fig. 23 (a, b y c). Fragmento DGN-030: izq.: superficie externa, der.: superficie interna, y abajo: base.

De acuerdo a la tabla Munsell los colores de las pasta, la superficie interna y externa son las mismas: 2.5 YR 5/4 Reddish Brown, sobre la superficie externa se nota algunos restos de pintura el color es el siguiente: 10 YR 8/6 Yellow.



Fig. 24 (a y b). Fragmento DGN-081: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.



Fig. 25 (a y b). Fragmento DGN-088: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.

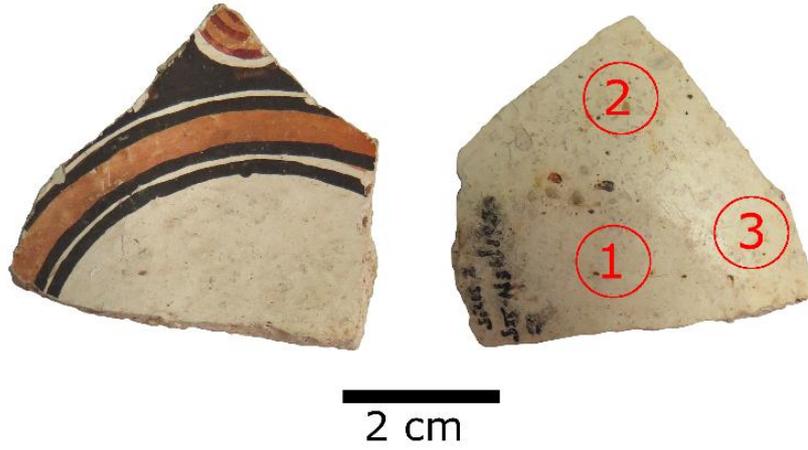


Fig. 26 (a y b). Fragmento DGN-102: izq.: superficie interna y der.: superficie externa.



Fig. 27 (a y b). Fragmento DGN-116: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.



Fig. 28 (a y b). Fragmento DGN-154: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.



Fig. 29 (a y b). Fragmento DGN-330: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.



Fig. 30 (a y b). Fragmento DGN-359: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.



Fig. 31 (a y b). Fragmento DGN-443: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.

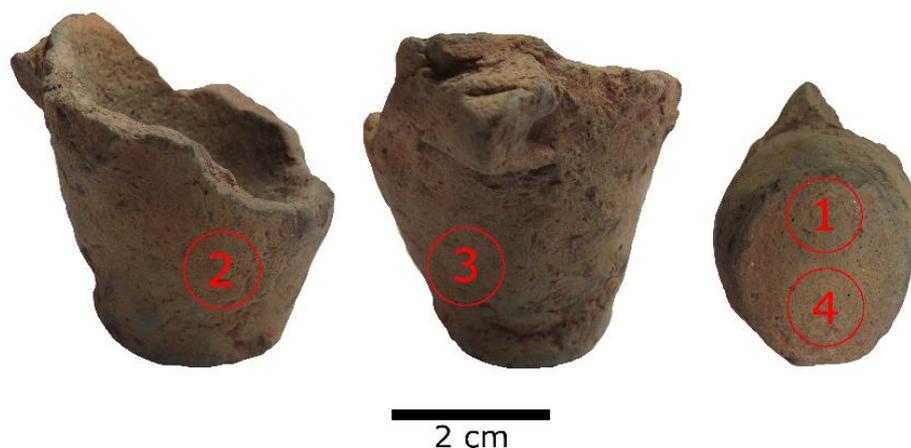


Fig. 32 (a, b y c). Fragmento DGN-498: izq. y al medio: superficie externa del cuerpo, y der.: base.



Fig. 33 (a y b). Fragmento DGN-571: izq.: superficie externa y der.: superficie interna.

Tabla 2. Puntos de análisis de pXRF.

| | Nombre en el DFQ de la DDC de Cusco | Puntos y número de análisis | (i) Observación: análisis realizado en... | (ii) Observación: |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------|
| 1 | DGN-011 | 4 | la superficie externa del fragmento (en adelante SE) | - |
| 2 | DGN-014 | 4 | SE | Superficie bruñida |

| | | | | |
|----|---------|---|---------------------|---|
| 3 | DGN-030 | 3 | SE | Base del objeto, alisada |
| 4 | DGN-081 | 3 | SE | - |
| 5 | DGN-088 | - | - | El objeto posee pintura en las superficies externas y una geometría inadecuada para el análisis mediante pXRF |
| 6 | DGN-102 | 3 | SE | - |
| 7 | DGN-116 | 3 | el borde del objeto | - |
| 8 | DGN-154 | - | - | El objeto posee pintura en las superficies externas y una geometría inadecuada para el análisis mediante pXRF |
| 9 | DGN-330 | - | - | El objeto posee pintura en las superficies externas y una geometría inadecuada para el análisis mediante pXRF |
| 10 | DGN-359 | - | - | El objeto posee pintura en las superficies externas |
| 11 | DGN-443 | 3 | SE | - |

| | | | | |
|----|---------|---|-----------------|---|
| 12 | DGN-498 | 4 | SE | - |
| 13 | DGN-571 | 2 | zona fracturada | - |

6. EQUIPO DE INVESTIGADORES

Director del proyecto: Lic. Alfredo Mormontoy Atayupanqui

Co Directora: Bach. Ruth Kely Sánchez Huamán

7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La observación y registro mediante Mdp fueron realizados de forma coordinada y conjunta por Nino del Solar Velarde y Ruth Kely Sánchez Huamán y han permitido crear un primer catálogo de pastas cerámicas del Horizonte Tardío para el sitio de Silkinchani. Si bien este catálogo es bastante reducido, es un primer paso para la creación de uno mayor. En segundo lugar, ha sido posible dar inicio a la caracterización estructural-mineralógica y, sobre todo, textural de las pastas. Al ser un grupo reducido de fragmentos, a continuación se presenta la descripción de cada una de las pastas registradas.

En lo que concierne a la pasta DGN-011, la toma de micrografías sobre pasta no fresca no es de gran ayuda, pues es posible ver parte de los sedimentos que estuvieron en contacto con las fracturas del artefacto. Sin embargo, se puede mencionar que la pasta de este fragmento pacajes posee un muy buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones

no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de arenas muy finas a finas subangulares de tonos oscuros (Fig. 34).



Fig. 34 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-011.

En lo que concierne a la pasta DGN-014, la toma de micrografías sobre pasta no fresca no es, igualmente, de gran ayuda, pues es posible ver parte de los sedimentos que estuvieron en contacto con las fracturas del artefacto. Sin embargo, se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 10-15 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de litoclastos medianos subangulares a angulares de composición intermedia (Fig. 35).

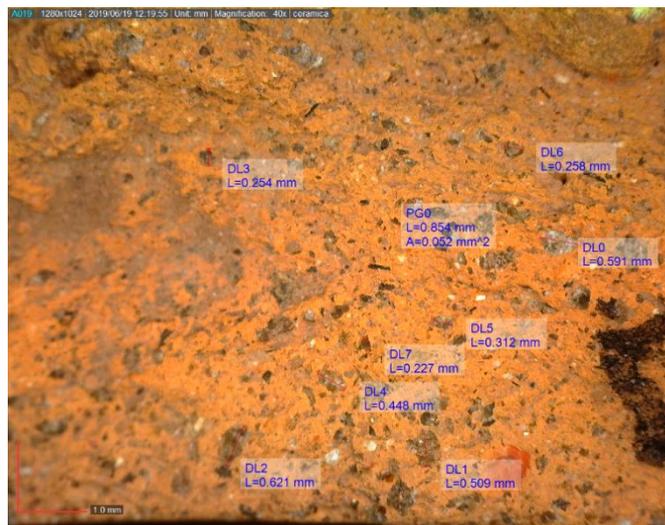


Fig. 35. Micrografía de la pasta del fragmento DGN-014, las medidas de las inclusiones van desde 0.25 mm. A 0.62 mm.

En lo que concierne a la pasta DGN-030, la toma de micrográficas se realizó sobre pasta fresca natural. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, medianas, de litoclastos subangulares a angulares de naturaleza intermedia (Fig. 36).



Fig. 36 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-030, las inclusiones grises van de 0.42 mm a 0.85, mientras las inclusiones blancuecinas van desde los 0.12 mm a los 0.60mm.

En lo que concierne a la pasta DGN-081, la toma de micrográficas sobre pasta no fresca es, igualmente, problemática. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad regular, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de granos finos a medianos, de tonos blancuecinos y grises, subredondos a subangulares. Ha sido posible identificar la presencia de mica (Fig. 37).

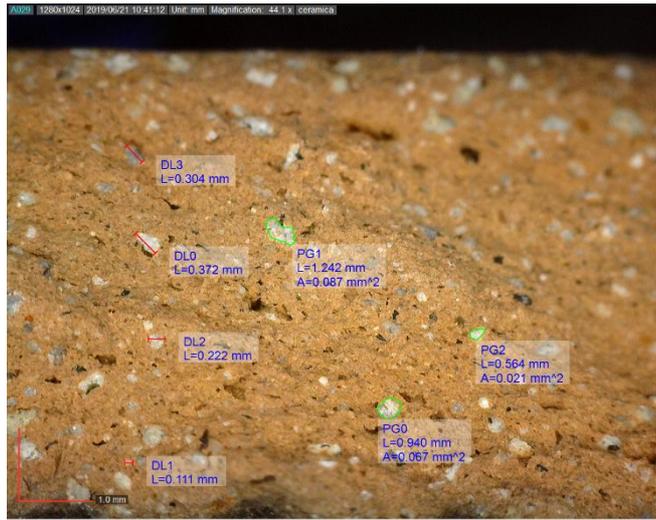


Fig. 37 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-081, las medidas de las inclusiones van de 0.11mm a 0.37mm.

En lo que concierne a la pasta DGN-088, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es, igualmente, problemática. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de litoclastos finos a medianos subangulares a angulares de composición intermedia (Fig. 38).

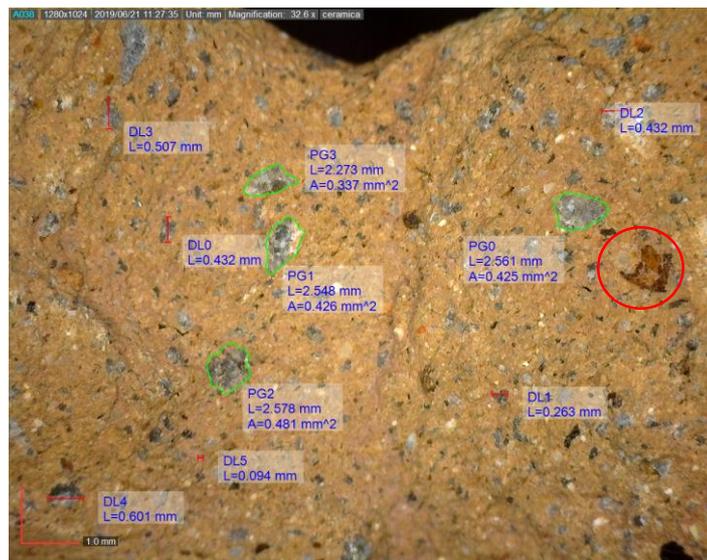


Fig. 38 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-088, las medidas de las inclusiones van desde los 0.09 mm. hasta los 2.56 mm.

En lo que concierne a la pasta DGN-102, la toma de micrografías sobre pasta no fresca no es de gran ayuda, aunque la observación es mejor en relación a los casos anteriores. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento sillustani posee un pobre grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de granos oxidados y, sobre todo, de arenas medianas a gruesas, subangulares a subredondeadas, de naturaleza félsica (Fig. 39).

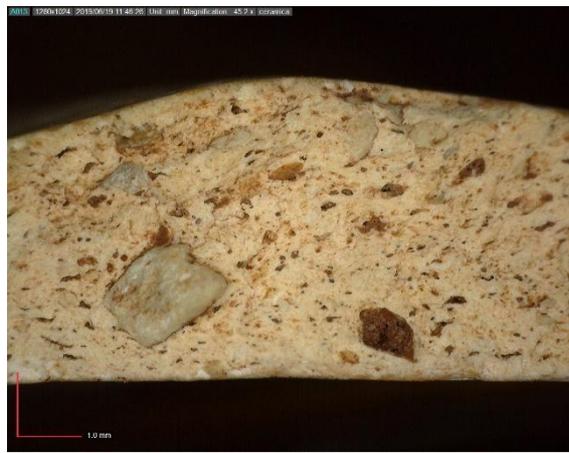


Fig. 39 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-102.

En lo que concierne a la pasta DGN-116, la toma de micrografías se realizó sobre pasta fresca natural. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un grado de ordenamiento de granos intermedio a bueno, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 10-15 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de granos finos a medianos, subangulares a angulares, de naturaleza félsica (Fig. 40).

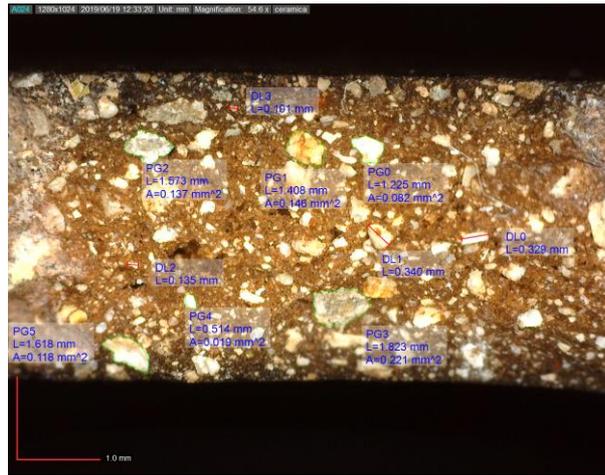


Fig. 40 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-116.

En lo que concierne a la pasta DGN-154, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es problemática. Hay seria dificultad para diferenciar la matriz e inclusiones. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un grado intermedio a bueno en lo que concierne al ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción B con reoxidación incompleta, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de arenas medianas subangulares y de tonos grises (Fig. 41).



Fig. 41 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-154.

En lo que concierne a la pasta DGN-330, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es complicada. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento urcusuyu posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de arenas muy finas a finas, subangulares, de tonos grises o negros (Fig. 42).

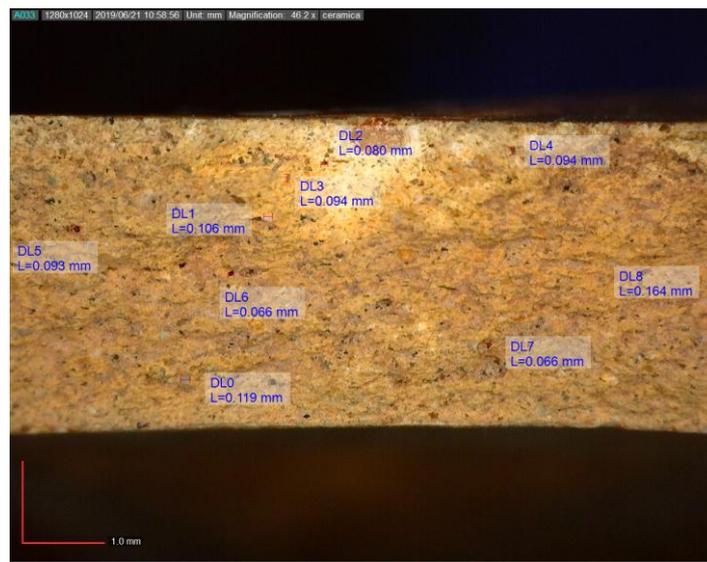


Fig. 42. Micrografía de la pasta del fragmento DGN-330.

En lo que concierne a la pasta DGN-359, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es inadecuada. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 10-15 % y la presencia, como inclusiones no plásticas, de granos finos a medianos, de tonos claros, naranjas y negros, subredondos a subangulares. Por su frecuencia, destaca la presencia de inclusiones de naturaleza félsica (Fig. 43).

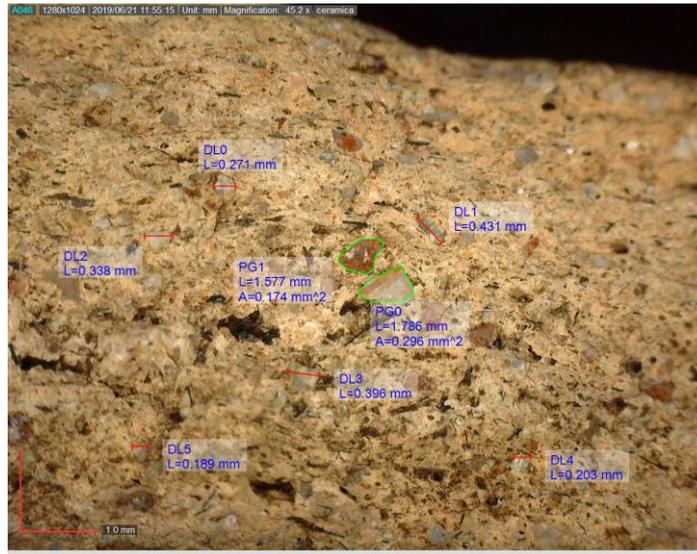


Fig. 43 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-359.

En lo que concierne a la pasta DGN-443, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es problemática. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de granos muy finos a medianos, de tonos blanquecinos, grises y negros. Cabe señalar que en la pasta se ha observado la presencia de un litoclasto de color claro con fenocristales félsicos y máficos (Fig. 44).

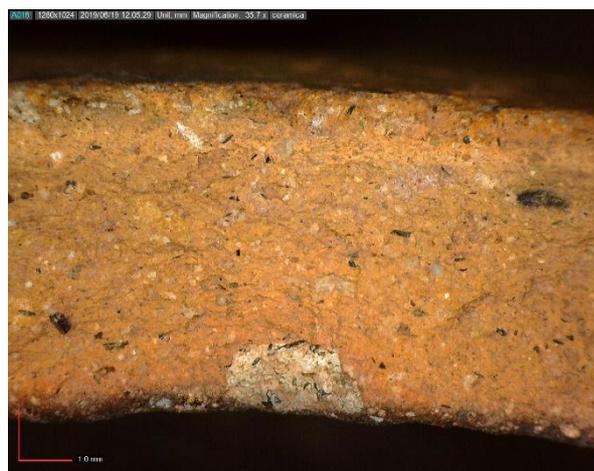


Fig. 44 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-443.

En lo que concierne a la pasta DGN-498, la toma de micrografías sobre pasta no fresca es, igualmente, problemática. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción A, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 5-10 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de litoclastos finos a medianos, subangulares, de naturaleza intermedia. Se observa la presencia de micas (Fig. 45).

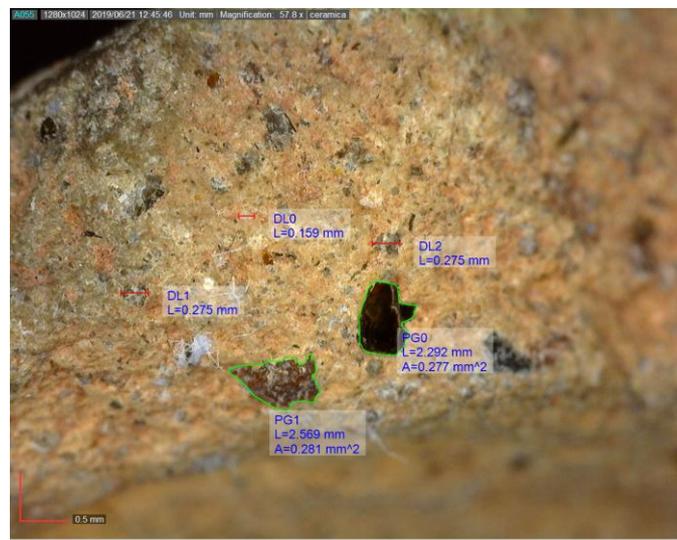


Fig. 45 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-498.

En lo que concierne a la pasta DGN-571, la toma de micrografías sobre pasta no fresca genera, igualmente, problemas. Se puede mencionar que la pasta de este fragmento posee un buen grado de ordenamiento de granos, porosidad baja, cocción B, buena cohesión, una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que asciende a 10-15 % y la presencia mayoritaria, como inclusiones no plásticas, de posibles litoclastos subangulares de naturaleza intermedia (Fig. 46).



Fig. 46 Micrografía de la pasta del fragmento DGN-571.

Observadas las pastas por Mdp y realizada la comparación del aspecto textural y de la composición estructural-mineralógica preliminar, se propone la existencia de 7 grupos: grupo 1: DGN-011; grupo 3: DGN-116; grupo 4: DGN-102; grupo 5: DGN-330; grupo 6: DGN-359; grupo 7: DGN-443; y el grupo 2, grupo mayoritario, que posee 7 pastas: DGN-014, DGN-030, DGN-081, DGN-088, DGN-154, DGN-498 y DGN-571. En este grupo, se ha identificado que los principales desgrasantes empleados fueron litoclastos –de origen volcánico– de composición intermedia (p. ej. rocas andesíticas, andesitoides).

Por otro lado, es posible señalar que, de forma general, se observa que todos los fragmentos de la muestra presentan buenos grados de cohesión y porosidades bajas. Las cerámicas del sitio de Silkinchani poseen, asimismo, buenos grados en lo que concierne el ordenamiento de granos, un tipo de cocción en mayoría homogéneo, y una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que no asciende a 20 %.

Es importante señalar que a este informe se anexan, en un CD, las micrografías obtenidas.

3.2. Análisis químico mediante pXRF

Una vez que los fragmentos de cerámicas llegaron al DFQ, estos fueron almacenados, fotografiados y luego analizados mediante pXRF. Una vez realizado esto, los fragmentos han sido lavados. Estos artefactos secaron por 96 horas. Una vez secos, volvieron a ser objeto de registro fotográfico. La limpieza y lavado se realizó con el objetivo de eliminar, aún más, los sedimentos adheridos a las superficies de los artefactos. Una vez que se realizaron las observaciones generales, se han ejecutado las observaciones macroscópicas con el microscopio digital sobre pastas no frescas. Esto, sin duda alguna, generó inconvenientes analíticos pues, para esta clase de estudios se sugiere y recomienda fotografiar y registrar pastas frescas (ver Druc y Chávez 2014). Es necesario informar que no se invadió el material, es decir no se fracturó u obtuvo pastas frescas de los fragmentos cerámicos, ya que la Resolución directoral N° 900051-2018/DGM/VMPCIC/MC, resolución que enmarca estos estudios, manifiesta expresamente que los análisis no deben ser destructivos. Por todo lo mencionado anteriormente, las observaciones y análisis llevados a cabo, tanto por microscopio y por pXRF, pueden ser denominados como no invasivos. Finalmente, se realizaron nuevos análisis mediante pXRF, sobre los mismos puntos o zonas iniciales, en aras de identificar –o no– problemas en los resultados de estudios analíticos sobre superficies no limpias.



Fig. 47 Proceso de limpieza y lavado de fragmentos de cerámicas por parte de Ruth Kely Sánchez Huamán en el DFQ de la DDC de Cusco.



Fig. 48 Posicionamiento de fragmento de cerámica al seno del equipo pXRF por parte de Nino del Solar Velarde, servidor del DFQ de la DDC de Cusco.

El análisis químico mediante pXRF, este se ha desarrollado en dos momentos. En un primer momento sobre las superficies de cerámicas no lavadas y otro sobre las superficies de cerámicas lavadas. El principal interés de haber realizado esto fue explorar, evaluar e identificar los cambios y variaciones en los resultados de la caracterización según el tratamiento de lavado ejercido sobre los materiales cerámicos.

En ese entender, a continuación se presentan los resultados y el tratamiento estadístico de los mismos. Para la elaboración de los diagramas se ha empleado el software PaSt 3.20 (Hammer *et al.* 2001).

| Frag mento | Mg | Al | Si | P | S | Cl | C | K | Ca | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Ni | Cu | Zn | As | B | Rb | Sr | Zr | Nb | Mo | Ba | Pb | Bi | P | Bal |
|---------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|------------|----------|--------------|------------|------------|-----|
| DGN-030(1) | 21 762.1 | 107 953.2 | 297 291.6 | 25 80.8 | 7 90.6 | 1 07.3 | 31 244.2 | 23 683.6 | 5 000.6 | 1 78.3 | 1 38.0 | 8 53.8 | 44 135.7 | 0 .0 | 5 0.3 | 8 2.7 | 1 4.6 | 4 7.9 | 4 14.4 | 1 66.6 | 1 2.7 | 1 .5 | 4 .5 | 1 395.5 | 1 4.2 | 1 3.8 | 2 462 | 053.2 | |
| * | 43 51.3 | 253 0.8 | 184 1.8 | 31 5.5 | 8 5.9 | 3 9.5 | 48 5.0 | 67 1.6 | 1 22.3 | 5 2.5 | 2 2.1 | 1 05.1 | 44 0.5 | N /A | 1 7.3 | 1 1.7 | 1 .0 | 6 .9 | 1 .0 | 7 .0 | 5 .1 | 1 .8 | 2 .1 | 5 3.3 | 5 .3 | 6 .3 | 6 4.2 | 301 4.2 | |
| DGN-030(2) | 21 266.6 | 107 855.7 | 296 121.1 | 25 88.4 | 9 76.5 | 7 7.6 | 30 375.0 | 23 104.5 | 4 686.1 | 1 96.3 | 1 49.3 | 1 141.9 | 41 870.5 | 0 .0 | 4 5.1 | 8 4.6 | 1 7.0 | 4 7.3 | 4 51.7 | 4 63.4 | 1 5.2 | 1 .5 | 3 .5 | 1 472.5 | 1 5.6 | 1 6.4 | 2 248.4 | 467 | |
| * | 46 02.2 | 267 1.2 | 188 8.2 | 33 7.1 | 9 5.2 | 4 2.0 | 48 3.8 | 67 3.9 | 1 21.2 | 5 2.8 | 2 2.1 | 1 10.0 | 41 9.3 | N /A | 1 1.6 | 1 .1 | 6 .9 | 1 .7 | 7 .3 | 5 .0 | 1 .8 | 2 .0 | 5 3.0 | 5 .3 | 6 .3 | 6 4.2 | 294 3.0 | | |
| DGN-030(3) | 20 995.2 | 980 21.0 | 274 594.9 | 11 440.6 | 1 367.5 | 1 40.8 | 29 863.2 | 31 501.6 | 4 796.9 | 1 67.9 | 1 41.1 | 1 930.8 | 43 382.6 | 0 .0 | 4 5.6 | 9 3.2 | 1 2.5 | 4 8.0 | 5 24.0 | 1 67.4 | 1 5.3 | 3 .2 | 1 439.2 | 2 0.8 | 2 6.7 | 2 260.2 | 479 | | |
| * | 48 03.0 | 253 2.1 | 178 8.8 | 39 9.8 | 1 03.3 | 4 1.8 | 48 4.4 | 77 3.3 | 1 28.1 | 5 6.1 | 2 3.3 | 1 25.0 | 42 2.2 | N /A | 1 6.5 | 1 1.6 | 5 .9 | 1 .9 | 7 .8 | 5 .1 | 1 .8 | 2 .0 | 5 5.0 | 5 .4 | 6 .2 | 6 4.2 | 282 0.6 | | |
| DGM-571(1) | 15 395.3 | 119 627.7 | 246 267.6 | 16 26.4 | 1 433.4 | 7 4.4 | 27 086.1 | 12 413.2 | 4 138.6 | 1 48.2 | 1 85.9 | 4 91.1 | 47 272.8 | 0 .0 | 3 7.0 | 1 18.1 | 1 .0 | 0 7.2 | 7 7.4 | 1 38.0 | 1 5.5 | 0 .0 | 1 676.5 | 1 7.1 | 1 3.3 | 2 651.5 | 521 | | |
| * | 39 55.2 | 263 0.7 | 172 4.1 | 28 5.1 | 9 7.4 | 4 0.6 | 44 5.0 | 50 9.7 | 1 10.9 | 4 8.8 | 2 1.4 | 9 1.4 | 44 1.0 | N /A | 1 6.3 | 1 2.4 | 1 /A | 2 .3 | 2 .7 | 4 .0 | 4 .8 | 1 /A | 5 6.7 | 5 .5 | 6 .0 | 6 2.6 | 276 | | |
| DGM-571(2) | 89 74.9 | 111 651.3 | 232 807.6 | 77 8.4 | 6 97.5 | 1 10.4 | 23 058.5 | 93 72.0 | 3 672.8 | 1 46.0 | 1 61.2 | 4 62.5 | 42 073.7 | 8 2.1 | 3 0.0 | 8 6.7 | 0 .0 | 6 9.0 | 6 7.5 | 1 39.8 | 1 5.4 | 0 .0 | 1 608.4 | 1 2.4 | 1 0.5 | 2 893.6 | 563 | | |
| * | 38 18.2 | 258 4.0 | 176 1.1 | 28 9.6 | 9 4.7 | 4 4.9 | 40 1.2 | 43 7.4 | 1 01.4 | 4 4.8 | 1 9.7 | 9 1.6 | 41 1.2 | 3 9.0 | 1 6.5 | 1 1.4 | 1 /A | 2 .2 | 2 .6 | 3 .9 | 1 .8 | 1 /A | 5 8.9 | 5 .2 | 5 .8 | 5 1.5 | 255 | | |
| DGM-498(1) | 18 472.0 | 979 30.1 | 308 500.9 | 23 89.0 | 1 527.7 | 2 62.3 | 29 446.1 | 23 365.1 | 4 570.1 | 1 53.9 | 1 37.9 | 5 05.7 | 29 998.8 | 0 .0 | 2 5.9 | 9 1.5 | 8 .9 | 3 9.6 | 4 18.4 | 1 56.3 | 1 1.2 | 0 .0 | 1 356.4 | 1 3.2 | 1 8.6 | 1 600.4 | 480 | | |
| * | 43 35.2 | 245 4.6 | 190 8.7 | 33 9.2 | 1 03.2 | 4 3.1 | 43 7.5 | 60 9.7 | 1 08.7 | 4 6.6 | 1 8.9 | 9 4.0 | 34 0.1 | N /A | 1 5.5 | 1 1.6 | 5 .3 | 1 .7 | 6 .7 | 4 .7 | 1 .7 | 1 /A | 5 0.4 | 4 .8 | 5 .7 | 5 8.4 | 278 | | |
| DGM-498(2) | 18 532.0 | 959 35.9 | 301 266.1 | 16 85.2 | 3 536.6 | 6 54.1 | 34 217.7 | 23 177.7 | 4 489.9 | 1 29.1 | 1 50.1 | 4 35.2 | 30 896.3 | 0 .0 | 0 .0 | 9 3.9 | 0 .0 | 0 0.0 | 4 02.6 | 4 51.1 | 1 .9 | 0 .0 | 1 401.0 | 1 0.7 | 1 5.1 | 1 742.8 | 482 | | |
| * | 42 76.4 | 236 2.1 | 184 0.6 | 32 0.5 | 1 28.1 | 4 5.6 | 48 5.0 | 63 5.9 | 1 14.8 | 4 9.9 | 1 9.4 | 9 0.2 | 34 1.9 | N /A | 1 1.3 | 1 /A | 1 /A | 1 .7 | 6 .5 | 4 .6 | 1 .6 | 1 /A | 4 9.1 | 4 .7 | 4 .4 | 5 273 | 9.9 | | |
| DGM-498(3) | 21 473.6 | 966 01.9 | 300 702.9 | 16 44.4 | 1 859.9 | 2 41.2 | 26 028.1 | 22 500.0 | 4 682.0 | 1 76.1 | 1 25.5 | 4 54.8 | 30 185.3 | 0 .0 | 4 7.2 | 1 03.2 | 8 .6 | 3 9.8 | 3 86.2 | 1 44.0 | 1 0.9 | 0 .0 | 1 312.5 | 1 0.1 | 1 7.9 | 1 244.3 | 491 | | |
| * | 43 24.5 | 241 1.0 | 189 5.0 | 32 4.1 | 1 06.8 | 4 2.0 | 41 1.7 | 59 7.2 | 1 11.3 | 4 8.1 | 1 9.1 | 9 2.2 | 34 1.2 | N /A | 1 6.2 | 1 1.9 | 5 .3 | 1 .7 | 6 .4 | 4 .6 | 1 .7 | 1 /A | 5 0.0 | 4 .7 | 5 .6 | 5 5.9 | 277 | | |
| DGM-498(4) | 21 924.6 | 970 72.5 | 301 073.2 | 34 81.7 | 1 696.0 | 2 79.7 | 28 420.0 | 23 934.6 | 4 618.5 | 1 81.3 | 1 21.6 | 6 05.2 | 30 462.2 | 0 .0 | 3 2.1 | 9 4.2 | 0 .0 | 3 9.1 | 4 00.5 | 1 44.3 | 1 1.5 | 3 .3 | 1 420.7 | 1 2.4 | 1 8.5 | 1 945.0 | 483 | | |
| * | 44 87.9 | 247 0.7 | 189 5.2 | 34 6.1 | 1 06.4 | 4 3.3 | 43 1.7 | 61 5.2 | 1 10.1 | 4 7.5 | 1 9.2 | 9 6.9 | 34 3.7 | N /A | 1 5.7 | 1 1.6 | 1 /A | 1 .7 | 6 .6 | 4 .6 | 1 .7 | 1 .9 | 5 1.3 | 4 .8 | 4 .7 | 5 6.2 | 280 | | |
| DGN-081(1) | 19 902.7 | 923 70.2 | 273 036.4 | 44 76.6 | 6 20.2 | 2 10.6 | 32 245.4 | 20 801.6 | 6 551.9 | 1 41.0 | 1 97.8 | 5 59.7 | 42 373.9 | 0 .0 | 5 6.9 | 1 62.6 | 2 5.1 | 5 1.9 | 3 20.0 | 2 68.4 | 1 9.3 | 5 .1 | 1 62.1 | 1 4.4 | 3 8.5 | 3 587.9 | 504 | | |
| * | 45 07.7 | 239 6.6 | 182 5.0 | 34 1.3 | 9 0.2 | 4 2.6 | 50 7.7 | 66 8.9 | 1 37.6 | 5 5.6 | 2 3.1 | 9 4.0 | 41 6.0 | N /A | 1 6.9 | 1 4.0 | 6 .7 | 1 .9 | 5 .8 | 5 .9 | 1 .2 | 2 9.9 | 4 .2 | 5 .6 | 6 .4 | 6 3.7 | 272 | | |
| DGN-081(2) | 19 795.0 | 938 89.6 | 278 633.7 | 44 43.8 | 6 73.7 | 2 24.3 | 30 791.6 | 21 549.7 | 6 495.5 | 1 69.5 | 1 96.5 | 7 54.1 | 41 898.4 | 0 .0 | 1 32.1 | 1 61.1 | 2 8.9 | 5 3.5 | 3 23.1 | 2 62.8 | 1 8.9 | 0 .0 | 1 001.6 | 1 5.1 | 3 8.0 | 3 447.2 | 498 | | |
| * | 44 12.5 | 236 9.7 | 178 5.7 | 33 6.5 | 8 8.4 | 4 1.7 | 48 3.0 | 65 4.1 | 1 31.5 | 5 2.9 | 2 2.1 | 9 5.9 | 40 0.7 | N /A | 1 8.6 | 1 3.4 | 6 .6 | 1 .9 | 5 .7 | 5 .6 | 1 .8 | 1 /A | 5 0.4 | 5 .1 | 6 .4 | 6 0.0 | 266 | | |
| DGN-081(3) | 17 194.6 | 931 49.3 | 279 186.1 | 37 78.6 | 6 93.9 | 2 22.6 | 31 309.8 | 20 293.0 | 6 522.6 | 1 55.1 | 1 82.6 | 7 20.0 | 41 250.7 | 0 .0 | 1 02.8 | 1 57.1 | 2 3.7 | 2 1.2 | 5 16.4 | 3 63.1 | 2 9.9 | 0 .0 | 0 36.8 | 1 1.8 | 3 8.2 | 3 418.0 | 503 | | |
| * | 48 48.1 | 261 0.9 | 190 5.3 | 37 3.2 | 1 01.0 | 4 7.4 | 49 1.2 | 64 4.5 | 1 32.7 | 5 3.5 | 2 2.7 | 9 5.4 | 39 7.0 | N /A | 1 7.7 | 1 3.3 | 6 .4 | 1 .8 | 5 .6 | 5 .6 | 1 .8 | 1 /A | 4 8.1 | 4 .9 | 6 .4 | 6 8.1 | 262 | | |
| DGN-116(1) | 73 26.4 | 794 92.6 | 204 354.9 | 15 52.4 | 1 026.7 | 2 70.1 | 13 139.4 | 22 079.8 | 3 666.5 | 1 13.8 | 1 02.7 | 2 73.5 | 30 657.9 | 0 .0 | 3 5.0 | 2 8.4 | 6 2.8 | 2 0.7 | 3 89.1 | 1 76.4 | 9 .0 | 3 .0 | 6 87.3 | 0 .0 | 0 .0 | 0 634 | 526.5 | | |
| * | 30 11.2 | 178 0.0 | 153 5.1 | 24 3.6 | 8 4.5 | 3 7.2 | 29 3.5 | 58 0.3 | 9 3.9 | 3 9.7 | 1 8.1 | 8 3.4 | 33 2.5 | N /A | 1 5.4 | 8 .7 | 6 .4 | 1 .2 | 6 .2 | 4 .8 | 1 .6 | 1 .9 | 4 4.6 | 1 /A | 1 /A | 1 209 | 7.9 | | |
| DGN-116(2) | 78 62.8 | 870 99.6 | 218 231.6 | 19 33.8 | 1 106.7 | 2 49.8 | 13 993.2 | 24 603.4 | 4 154.3 | 8 9.2 | 1 09.9 | 3 02.2 | 29 769.2 | 0 .0 | 2 7.8 | 3 3.0 | 4 4.4 | 2 2.9 | 4 05.4 | 1 90.2 | 1 1.6 | 0 .0 | 6 62.3 | 0 .0 | 0 .0 | 0 092.1 | 609 | | |
| * | 31 58.6 | 194 4.2 | 158 7.6 | 26 0.4 | 8 5.8 | 3 7.9 | 29 7.1 | 59 5.6 | 9 7.2 | 4 0.1 | 1 7.6 | 8 1.8 | 31 8.4 | N /A | 1 4.4 | 8 .5 | 5 .7 | 1 .2 | 6 .2 | 4 .8 | 1 .6 | 1 /A | 4 1.4 | 1 /A | 1 /A | 1 6.6 | 215 | | |
| DGN-116(3) | 94 96.3 | 763 90.3 | 202 363.4 | 16 13.0 | 1 230.6 | 1 056.3 | 13 997.2 | 24 341.1 | 3 976.6 | 1 20.9 | 1 06.9 | 3 92.1 | 33 269.2 | 0 .0 | 2 9.1 | 2 9.4 | 6 6.2 | 2 2.2 | 3 79.3 | 1 81.9 | 1 0.7 | 0 .0 | 7 14.9 | 0 .0 | 0 .0 | 0 208.1 | 630 | | |
| * | 33 27.7 | 184 5.6 | 156 2.7 | 25 6.0 | 9 0.9 | 4 6.3 | 30 9.3 | 61 7.9 | 1 00.4 | 4 2.4 | 1 8.7 | 8 6.6 | 34 9.3 | N /A | 1 5.0 | 8 .7 | 6 .5 | 1 .3 | 6 .2 | 4 .8 | 1 .6 | 1 /A | 4 2.0 | 1 /A | 1 /A | 1 211 | 5.2 | | |
| DGN-102(1) | 67 20.8 | 173 097.8 | 297 788.2 | 14 52.2 | 8 70.8 | 0 | 26 564.4 | 32 92.0 | 7 103.5 | 2 03.8 | 2 05.1 | 0 | 95 63.0 | 0 .0 | 0 .0 | 2 1.7 | 2 6.9 | 7 3.3 | 1 14.9 | 1 53.2 | 2 5.5 | 0 .0 | 3 61.2 | 3 2.8 | 8 2.1 | 472 229.3 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|----|-------|-----|------|-------|-----|
| * | 30 | 296 | 179 | 28 | 7 | N | 35 | 25 | 1 | 3 | 1 | N | 17 | N | N | 7 | 7 | 2 | 3 | 3 | 1 | N | 3 | 5 | 7 | 289 | |
| | 13.0 | 7.1 | 9.2 | 0.4 | 8.5 | /A | 5.6 | 8.3 | 02.1 | 7.7 | 5.6 | /A | 4.5 | /A | /A | .9 | .3 | .0 | .0 | .8 | .8 | /A | 6.7 | .4 | .4 | 0.9 | |
| DGN-102(2) | 10 | 172 | 302 | 23 | 5 | 0. | 25 | 30 | 6 | 1 | 1 | 0. | 90 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 4 | 464 | |
| | 846.9 | 630.1 | 924.9 | 16.3 | 64.7 | 0 | 862.4 | 03.9 | 966.8 | 64.3 | 95.1 | 0 | 98.6 | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 5.3 | 17.3 | 55.2 | 4.8 | 0 | 14.2 | 8.2 | 3.9 | 525.0 | |
| * | 33 | 314 | 183 | 30 | 7 | N | 33 | 24 | 9 | 3 | 1 | N | 16 | N | N | 7 | N | 2 | 3 | 3 | 1 | N | 3 | 5 | 6 | 289 | |
| | 40.1 | 6.8 | 5.6 | 5.4 | 7.0 | /A | 8.1 | 0.5 | 7.5 | 5.7 | 5.0 | /A | 7.6 | /A | /A | .7 | /A | .0 | .0 | .7 | .7 | /A | 5.2 | .1 | .0 | 6.7 | |
| DGN-102(3) | 64 | 176 | 302 | 12 | 9 | 0. | 26 | 28 | 7 | 2 | 1 | 0. | 97 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 465 | |
| | 84.6 | 812.7 | 107.2 | 92.1 | 84.3 | 0 | 048.3 | 28.0 | 009.7 | 04.0 | 98.9 | 0 | 25.7 | 0 | 0 | 6.9 | 2.1 | 3.1 | 15.3 | 50.6 | 5.4 | 0 | 29.0 | 9.0 | 00.9 | 418.1 | |
| * | 33 | 326 | 185 | 31 | 8 | N | 34 | 24 | 9 | 3 | 1 | N | 16 | N | N | 7 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | N | 3 | 5 | 7 | 282 | |
| | 21.5 | 5.0 | 6.7 | 0.4 | 8.0 | /A | 2.9 | 4.1 | 8.5 | 6.4 | 4.9 | /A | 9.9 | /A | /A | .4 | .6 | .0 | .9 | .6 | .7 | /A | 5.9 | .2 | .7 | 6.0 | |
| DGN-011(1) | 15 | 778 | 300 | 98 | 7 | 6 | 27 | 10 | 3 | 1 | 1 | 6 | 55 | 0 | 2 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 1 | 4 | 503 | |
| | 508.2 | 68.4 | 293.9 | 1.8 | 64.0 | 39.0 | 968.7 | 782.4 | 373.5 | 39.1 | 65.3 | 36.6 | 844.7 | 0 | 3.9 | 62.6 | 0.7 | 7.1 | 41.8 | 35.6 | 2.3 | .1 | 01.0 | 0.4 | 4.7 | 800.3 | |
| * | 40 | 203 | 181 | 30 | 8 | 4 | 50 | 54 | 1 | 4 | 2 | 8 | 46 | N | 1 | 1 | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 5 | 6 | 251 | |
| | 68.3 | 6.7 | 2.0 | 4.4 | 4.0 | 3.1 | 3.2 | 8.3 | 07.0 | 7.2 | 4.1 | 8.8 | 6.6 | /A | 4.9 | 3.3 | .5 | .1 | .6 | .9 | .6 | .9 | 3.4 | .1 | .6 | 0.0 | |
| DGN-011(2) | 17 | 724 | 285 | 12 | 6 | 6 | 27 | 10 | 3 | 9 | 1 | 4 | 56 | 0 | 3 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 522 | |
| | 473.4 | 19.2 | 106.9 | 72.9 | 21.9 | 73.2 | 690.3 | 179.4 | 272.9 | 1.5 | 68.3 | 27.2 | 730.6 | 0 | 4.9 | 57.8 | 1.3 | 4.5 | 36.5 | 25.2 | 4.2 | .2 | 48.6 | 1.7 | 0.3 | 714.3 | |
| * | 41 | 196 | 177 | 30 | 8 | 4 | 50 | 54 | 1 | 4 | 2 | 8 | 46 | N | 1 | 1 | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 5 | 6 | 240 | |
| | 45.4 | 7.3 | 2.0 | 1.7 | 3.3 | 3.8 | 7.0 | 5.4 | 06.7 | 6.5 | 4.5 | 2.3 | 2.4 | /A | 5.1 | 2.8 | .2 | .0 | .4 | .7 | .7 | .8 | 3.7 | .0 | .3 | 5.1 | |
| DGN-011(3) | 16 | 750 | 285 | 86 | 6 | 6 | 26 | 10 | 3 | 9 | 1 | 6 | 63 | 0 | 2 | 1 | 3 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 0 | 3 | 514 | |
| | 152.2 | 80.6 | 924.6 | 2.3 | 79.8 | 69.5 | 946.6 | 625.7 | 128.3 | 2.1 | 42.4 | 04.3 | 389.9 | 0 | 6.3 | 54.0 | 0.2 | 5.3 | 34.0 | 25.4 | 4.7 | 0 | 64.9 | .0 | 6.6 | 547.7 | |
| * | 40 | 197 | 176 | 29 | 8 | 4 | 50 | 55 | 1 | 4 | 2 | 8 | 50 | N | 1 | 1 | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | N | 4 | N | 6 | 247 | |
| | 48.6 | 7.5 | 4.6 | 1.6 | 0.7 | 2.3 | 7.8 | 6.9 | 08.4 | 8.1 | 5.7 | 7.7 | 4.9 | /A | 4.9 | 3.0 | .5 | .1 | .5 | .8 | .7 | /A | 4.5 | /A | .3 | 5.3 | |
| DGN-011(4) | 14 | 806 | 306 | 96 | 6 | 5 | 26 | 14 | 3 | 1 | 1 | 3 | 49 | 0 | 0 | 1 | 2 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 1 | 2 | 500 | |
| | 074.6 | 40.3 | 775.4 | 8.5 | 28.1 | 14.4 | 611.4 | 217.1 | 267.9 | 06.4 | 50.9 | 70.9 | 807.8 | 0 | 0 | 17.1 | 3.3 | 4.1 | 36.5 | 40.2 | 4.0 | 0 | 50.0 | 7.8 | 8.2 | 757.0 | |
| * | 39 | 204 | 183 | 30 | 8 | 4 | 47 | 58 | 1 | 4 | 2 | 8 | 43 | N | N | 1 | 6 | 2 | 3 | 4 | 1 | N | 4 | 5 | 5 | 252 | |
| | 35.4 | 5.0 | 0.8 | 4.6 | 0.8 | 1.7 | 8.8 | 8.2 | 02.8 | 4.8 | 2.9 | 3.4 | 7.0 | /A | N | 1.9 | .0 | .0 | .5 | .0 | .7 | /A | 2.8 | .2 | .9 | 9.0 | |
| DGN-443(1) | 14 | 105 | 285 | 14 | 3 | 9 | 55 | 21 | 4 | 1 | 1 | 3 | 35 | 0 | 0 | 1 | 8 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 8 | 1 | 2 | 469 | |
| | 221.9 | 653.7 | 548.7 | 92.8 | 441.3 | 54.6 | 936.2 | 109.6 | 839.2 | 53.7 | 28.7 | 68.0 | 322.7 | 0 | 0 | 55.0 | .3 | 3.3 | 32.9 | 60.9 | 0.9 | .5 | 45.8 | 1.9 | 0.6 | 113.6 | |
| * | 47 | 272 | 183 | 34 | 1 | 5 | 63 | 66 | 1 | 4 | 1 | 8 | 36 | N | N | 1 | 5 | 1 | 6 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 5 | 276 | |
| | 41.0 | 9.5 | 0.0 | 2.6 | 39.7 | 4.1 | 1.7 | 5.4 | 09.3 | 4.8 | 9.5 | 6.8 | 7.6 | /A | /A | 3.2 | .3 | .7 | .8 | .7 | .6 | 0 | 5.1 | .8 | .7 | 8.7 | |
| DGN-443(2) | 17 | 108 | 293 | 13 | 5 | 6 | 52 | 22 | 4 | 1 | 1 | 2 | 35 | 0 | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2 | 456 | |
| | 091.3 | 019.3 | 897.0 | 65.2 | 821.2 | 77.8 | 376.5 | 227.1 | 815.4 | 18.9 | 07.2 | 27.1 | 076.2 | 0 | 2.4 | 05.4 | .0 | 8.9 | 86.7 | 77.1 | 2.7 | 0 | 44.2 | 5.8 | 0.3 | 436.5 | |
| * | 49 | 284 | 185 | 35 | 1 | 5 | 61 | 66 | 1 | 4 | 2 | 8 | 36 | N | 1 | 1 | N | 1 | 7 | 4 | 1 | N | 4 | 4 | 5 | 279 | |
| | 79.3 | 3.7 | 6.5 | 3.4 | 71.4 | 2.0 | 0.7 | 8.9 | 10.6 | 5.6 | 0.3 | 2.0 | 1.3 | /A | 5.1 | 1.5 | /A | .6 | .2 | .9 | .6 | /A | 3.7 | .8 | .6 | 5.1 | |
| DGN-443(3) | 19 | 116 | 304 | 24 | 1 | 8 | 51 | 24 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | 0 | 0 | 6 | 0 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 | 8 | 1 | 1 | 439 | |
| | 496.4 | 509.5 | 565.9 | 16.8 | 423.4 | 17.7 | 414.5 | 290.7 | 461.6 | 35.1 | 40.8 | 37.8 | 525.1 | 0 | 0 | 5.7 | .0 | 9.7 | 95.8 | 73.4 | 0.5 | .3 | 92.9 | 5.1 | 6.8 | 632.9 | |
| * | 48 | 293 | 187 | 35 | 1 | 5 | 60 | 68 | 1 | 4 | 1 | 8 | 34 | N | N | 1 | N | 1 | 7 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 290 | |
| | 88.8 | 6.1 | 0.4 | 8.7 | 08.8 | 2.8 | 0.6 | 3.6 | 07.4 | 4.9 | 9.6 | 8.8 | 9.0 | /A | /A | 0.2 | /A | .7 | .3 | .9 | .6 | .9 | 6.3 | .8 | .5 | 8.4 | |
| DGN-014(1) | 12 | 808 | 262 | 32 | 1 | 2 | 42 | 26 | 3 | 1 | 1 | 7 | 52 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 7 | 3 | 9 | 0 | 1 | 509 |
| | 217.6 | 25.2 | 270.6 | 82.7 | 741.0 | 619.3 | 688.4 | 182.4 | 925.8 | 68.3 | 44.9 | 90.5 | 161.5 | 0 | 9.2 | 09.0 | 7.8 | 1.5 | 21.2 | 34.4 | .4 | .7 | 54.8 | .0 | 2.5 | 343.5 | |
| * | 49 | 240 | 192 | 35 | 1 | 7 | 62 | 79 | 1 | 5 | 2 | 1 | 53 | N | 1 | 1 | 6 | 2 | 6 | 5 | 1 | 2 | 5 | N | 6 | 296 | |
| | 39.9 | 3.2 | 4.0 | 4.4 | 20.3 | 0.5 | 4.2 | 3.9 | 17.5 | 0.6 | 3.8 | 12.0 | 9.3 | /A | 8.5 | 3.9 | .2 | .0 | .7 | .0 | .8 | .3 | 1.7 | /A | .2 | 7.9 | |
| DGN-014(2) | 14 | 899 | 273 | 63 | 1 | 2 | 39 | 25 | 4 | 1 | 1 | 1 | 57 | 0 | 3 | 9 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 481 | |
| | 894.5 | 73.4 | 689.4 | 32.4 | 882.3 | 246.1 | 094.3 | 523.9 | 054.5 | 34.0 | 46.8 | 109.3 | 415.9 | 0 | 5.4 | 4.1 | 8.7 | 4.3 | 53.3 | 40.6 | 1.1 | .5 | 011.6 | 1.9 | 3.0 | 756.1 | |
| * | 49 | 250 | 181 | 37 | 1 | 6 | 58 | 78 | 1 | 5 | 2 | 1 | 50 | N | 1 | 1 | 6 | 1 | 6 | 4 | 1 | 2 | 5 | 5 | 6 | 274 | |
| | 83.1 | 2.4 | 6.3 | 5.3 | 16.5 | 4.6 | 8.6 | 4.3 | 21.9 | 3.2 | 4.9 | 05.7 | 3.7 | /A | 6.2 | 1.7 | .0 | .8 | .2 | .6 | .7 | 0 | 1.2 | .1 | .0 | 9.3 | |
| DGN-014(3) | 17 | 962 | 261 | 38 | 1 | 1 | 39 | 29 | 4 | 1 | 1 | 9 | 52 | 0 | 2 | 8 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 489 | |
| | 502.0 | 83.7 | 252.9 | 62.4 | 323.0 | 469.2 | 523.2 | 463.7 | 111.9 | 59.9 | 40.0 | 57.1 | 493.3 | 0 | 6.8 | 2.7 | 1.2 | 1.8 | 47.8 | 44.2 | 0.3 | 0 | 040.0 | .0 | 7.1 | 727.9 | |
| * | 48 | 256 | 180 | 34 | 1 | 5 | 59 | 83 | 1 | 5 | 2 | 1 | 48 | N | 1 | 1 | 5 | 1 | 6 | 4 | 1 | N | 4 | N | 5 | 283 | |
| | 43.5 | 8.1 | 4.7 | 2.8 | 05.2 | 6.7 | 8.9 | 2.2 | 22.7 | 3.3 | 5.2 | 05.0 | 8.3 | /A | 6.2 | 1.7 | .6 | .8 | .3 | .7 | .7 | /A | 9.4 | /A | .9 | 3.1 | |
| DGN-014(4) | 13 | 977 | 262 | 30 | 1 | 1 | 39 | 28 | 4 | 1 | 1 | 7 | 52 | 0 | 3 | 8 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 9 | 1 | 494 | |
| | 051.6 | 79.7 | 280.3 | 52.6 | 271.5 | 379.4 | 104.4 | 468.0 | 344.3 | 89.4 | 60.7 | 67.7 | 324.8 | 0 | 1.8 | 3.4 | 1.3 | 1.5 | 68.8 | 43.7 | 0.3 | .5 | 021.9 | .5 | 9.9 | 080.1 | |
| * | 46 | 258 | 180 | 33 | 1 | 5 | 58 | 80 | 1 | 5 | 2 | 9 | 47 | N | 1 | 1 | 5 | 1 | 6 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 5 | 274 | |
| | 93.3 | 2.0 | 5.7 | 9.5 | 05.6 | 6.6 | 5.7 | 9.8 | 23.4 | 3.5 | 4.1 | 8.4 | 7.3 | /A | 6.0 | 1.3 | .6 | .7 | .4 | .6 | .7 | 0 | 9.4 | .9 | .9 | 3.6 | |

Tabla 3 Composición química de las pastas de cerámicas arqueológicas sin lavar (en ppm, leyenda: *: desviación estándar).

| Fragmentos | Mg | Al | Si | P | S | Cl | K | Ca | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Cu | Zn | As | Rb | Sr | Zr | Nb | Mo | Sb | Ba | Bi | Pb | Bal |
|------------|-------|------|-------|-------|------|-----|-------|-------|------|------|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|----|----|------|-----|-----|-------|
| DGN-030(1) | 12 | 949 | 272 | 10 | 10 | 22 | 29 | 33 | 46 | 1 | 1 | 15 | 42 | 5 | 9 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 15 | 1 | 2 | 491 |
| | 917.4 | 89.4 | 712.8 | 885.9 | 26.6 | 1.5 | 700.0 | 984.1 | 60.8 | 70.1 | 58.8 | 95.2 | 644.6 | 9.4 | 1.9 | 5.3 | 7.1 | 37.7 | 71.7 | 4.2 | .0 | .0 | 37.5 | 6.8 | 8.6 | 810.8 |
| * | 44 | 242 | 180 | 39 | 98 | 42 | 49 | 81 | 12 | 5 | 2 | 12 | 42 | 1 | 1 | 6 | 1 | 8 | 5 | 1 | N | N | 54 | 5 | 6 | 277 |
| | 90.1 | 9.8 | 0.9 | 3.9 | .1 | .7 | 0.4 | 3.5 | 5.1 | 4.0 | 3.0 | 0.5 | 7.3 | 7.3 | 1.8 | .2 | .9 | .1 | .3 | .8 | /A | /A | .3 | .4 | .4 | 5.7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|----------|------------|----------|-----------|--------------|------------|------------|
| DGN-030(2) | 23 625.3 | 107 822.8 | 294 153.8 | 25 60.3 | 85 1.9 | 14 2.5 | 31 024.3 | 23 495.6 | 48 17.4 | 1 82.0 | 1 39.1 | 11 46.3 | 42 774.4 | 5 5.4 | 9 4.5 | 1 6.8 | 4 2.6 | 4 22.6 | 1 59.8 | 1 2.6 | 3 .8 | 0 .0 | 14 94.1 | 1 5.9 | 2 6.1 | 464 920.4 | | |
| * | 46 79.2 | 268 1.9 | 188 8.6 | 33 4.3 | 92 .6 | 42 .4 | 49 4.8 | 68 6.9 | 12 4.8 | 5 4.2 | 2 2.5 | 11 1.6 | 42 9.9 | 1 7.3 | 1 2.1 | 6 .2 | 1 .8 | 7 .1 | 5 .0 | 1 .8 | 2 .1 | /A | N | 53 .4 | 5 .3 | 6 .3 | 300 2.5 | |
| DGN-030(3) | 21 968.9 | 971 83.1 | 273 909.2 | 10 267.2 | 13 19.3 | 17 3.2 | 30 502.6 | 30 370.6 | 49 16.6 | 1 77.5 | 1 59.6 | 19 81.7 | 43 026.7 | 4 2.0 | 9 5.8 | 1 4.9 | 4 6.7 | 5 20.2 | 1 65.1 | 1 4.7 | 0 .0 | 0 .0 | 15 16.8 | 1 7.0 | 2 6.6 | 481 584.1 | | |
| * | 48 61.2 | 254 9.5 | 181 5.0 | 39 5.0 | 10 3.7 | 42 .6 | 49 1.9 | 76 6.1 | 12 8.4 | 5 5.8 | 2 3.0 | 12 8.0 | 42 7.8 | 1 6.6 | 1 2.0 | 6 .1 | 1 .9 | 7 .9 | 5 .1 | 1 .8 | N | /A | N | 54 .1 | 5 .3 | 6 .3 | 286 4.4 | |
| DGN-571(1) | 21 229.3 | 963 82.6 | 212 459.3 | 12 67.0 | 14 14.4 | 34 3.7 | 24 198.1 | 26 342.6 | 39 02.8 | 1 76.9 | 1 81.2 | 40 2.1 | 46 754.1 | 4 9.6 | 9 8.8 | 9 .1 | 7 6.9 | 7 8.3 | 1 40.0 | 1 7.1 | 0 .0 | 0 .0 | 14 46.3 | 1 2.2 | 1 7.9 | 562 999.8 | | |
| * | 41 19.2 | 230 0.4 | 160 0.6 | 26 4.9 | 96 .8 | 41 .2 | 41 4.0 | 67 1.6 | 10 8.7 | 4 8.1 | 2 0.4 | 89 .4 | 44 2.2 | 1 6.8 | 1 1.9 | 5 .4 | 2 .3 | 2 .8 | 4 .0 | 1 .8 | N | /A | N | 53 .5 | 5 .3 | 5 .7 | 256 7.1 | |
| DGN-571(2) | 16 289.4 | 990 56.4 | 214 278.1 | 57 6.5 | 55 4.0 | 12 7.4 | 24 667.9 | 16 464.6 | 38 76.4 | 1 62.8 | 1 51.9 | 32 9.9 | 43 903.6 | 3 9.3 | 9 3.9 | 1 3.0 | 7 2.0 | 7 0.2 | 1 35.6 | 1 6.2 | 0 .0 | 0 .0 | 14 10.7 | 1 4.0 | 1 7.3 | 577 676.4 | | |
| * | 37 56.2 | 224 1.6 | 161 4.6 | 25 2.6 | 84 .9 | 39 .9 | 42 7.3 | 56 7.9 | 10 8.0 | 4 7.7 | 2 0.7 | 90 .1 | 43 4.0 | 1 7.3 | 1 1.9 | 5 .6 | 2 .3 | 2 .7 | 4 .0 | 1 .8 | N | /A | N | 58 .5 | 5 .4 | 5 .8 | 255 7.1 | |
| DGN-498(1) | 19 467.8 | 931 64.0 | 294 567.9 | 39 70.7 | 12 72.7 | 21 7.0 | 29 838.0 | 24 676.7 | 45 99.0 | 1 92.7 | 1 39.9 | 52 7.0 | 30 287.7 | 3 9.8 | 9 5.9 | 0 .0 | 3 9.0 | 4 15.2 | 1 50.1 | 1 1.5 | 0 .0 | 0 .0 | 13 51.4 | 1 4.9 | 2 3.9 | 494 935.5 | | |
| * | 42 65.6 | 232 9.0 | 184 0.5 | 33 8.0 | 96 .8 | 41 .1 | 44 1.4 | 63 0.0 | 10 8.3 | 4 6.5 | 1 9.1 | 92 .9 | 33 6.6 | 1 5.6 | 1 1.4 | N | .6 | 1 .6 | 6 .6 | 4 .6 | 1 .6 | N | /A | N | 49 .4 | 4 .8 | 5 .8 | 269 1.7 |
| DGN-498(2) | 21 239.6 | 897 59.3 | 288 241.2 | 11 12.6 | 18 35.9 | 27 0.0 | 29 451.3 | 22 394.7 | 48 03.7 | 1 45.7 | 1 48.9 | 49 8.4 | 30 033.5 | 4 7.4 | 9 8.5 | 1 0.2 | 3 7.4 | 3 87.4 | 1 40.5 | 1 1.2 | 0 .0 | 0 .0 | 12 64.2 | 1 5.1 | 1 1.5 | 508 039.4 | | |
| * | 44 28.9 | 235 4.3 | 187 7.2 | 32 2.6 | 11 0.4 | 43 .5 | 44 9.1 | 62 2.0 | 11 4.3 | 4 8.7 | 1 9.9 | 92 .3 | 33 7.1 | 1 6.1 | 1 1.6 | 5 .0 | 1 .6 | 6 .4 | 4 .5 | 1 .7 | N | /A | N | 49 .9 | 4 .8 | 5 .3 | 267 2.5 | |
| DGN-498(3) | 20 913.9 | 976 67.0 | 299 049.6 | 15 70.0 | 17 87.0 | 31 8.0 | 27 269.2 | 23 217.4 | 46 76.4 | 1 17.0 | 1 37.1 | 53 7.9 | 30 920.5 | 4 6.2 | 1 01.2 | 0 .0 | 4 1.0 | 3 97.5 | 1 53.1 | 1 0.2 | 0 .0 | 0 .0 | 13 16.7 | 1 5.2 | 2 4.7 | 489 713.3 | | |
| * | 40 74.3 | 230 1.0 | 182 8.7 | 30 4.2 | 99 .3 | 40 .3 | 42 6.7 | 61 7.6 | 11 3.5 | 4 8.7 | 1 9.6 | 93 .3 | 34 2.3 | 1 5.9 | 1 1.7 | N | .7 | 1 .5 | 6 .6 | 4 .6 | 1 .6 | N | /A | N | 49 .3 | 4 .9 | 5 .9 | 275 2.9 |
| DGN-498(4) | 20 499.2 | 979 22.9 | 301 691.6 | 34 54.8 | 15 50.5 | 48 4.8 | 27 431.2 | 25 669.0 | 43 52.8 | 1 63.3 | 1 26.2 | 68 4.5 | 29 706.4 | 3 6.2 | 8 02.6 | 3 9.9 | 3 29.4 | 4 52.4 | 1 1.0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 13 89.6 | 1 3.8 | 2 0.8 | 484 158.1 | | |
| * | 43 01.2 | 240 9.8 | 186 3.1 | 33 6.5 | 10 0.5 | 42 .9 | 41 9.2 | 62 9.6 | 10 6.6 | 4 6.1 | 1 8.7 | 97 .6 | 33 4.8 | 1 5.6 | 1 1.7 | 5 .4 | 1 .7 | 6 .8 | 4 .7 | 1 .6 | N | /A | N | 49 .0 | 4 .8 | 5 .7 | 276 4.3 | |
| DGN-081(1) | 24 786.7 | 100 477.0 | 288 250.0 | 39 83.4 | 10 13.0 | 40 5.6 | 33 520.2 | 21 511.5 | 69 85.3 | 1 51.1 | 1 88.3 | 65 2.7 | 43 573.1 | 9 6.0 | 1 79.8 | 3 2.0 | 5 5.7 | 3 58.1 | 2 75.4 | 2 0.2 | 0 .0 | 0 .0 | 96 3.0 | 1 3.3 | 3 8.0 | 472 467.9 | | |
| * | 48 42.2 | 260 5.5 | 184 3.0 | 34 9.8 | 97 .5 | 45 1.3 | 51 1.3 | 66 5.6 | 13 8.3 | 5 5.1 | 2 2.9 | 95 .0 | 41 7.4 | 1 7.8 | 1 4.2 | 6 .8 | 2 .0 | 6 .1 | 5 .9 | 1 .9 | N | /A | N | 48 .7 | 5 .2 | 6 .5 | 283 1.6 | |
| DGN-081(2) | 17 674.4 | 101 827.1 | 290 815.2 | 41 57.9 | 13 86.4 | 59 6.3 | 31 348.6 | 22 462.3 | 67 03.6 | 1 79.3 | 2 00.0 | 85 7.0 | 42 636.4 | 8 9.9 | 1 66.9 | 1 7.3 | 5 5.3 | 3 31.1 | 2 57.1 | 1 9.9 | 5 .4 | 0 .0 | 10 34.7 | 1 7.8 | 4 2.7 | 477 117.5 | | |
| * | 46 10.9 | 259 8.4 | 187 5.6 | 35 3.9 | 10 4.3 | 48 .0 | 49 4.8 | 67 4.9 | 13 6.3 | 5 4.9 | 2 2.9 | 10 2.2 | 42 1.9 | 1 8.0 | 1 4.2 | 6 .7 | 2 .0 | 6 .0 | 5 .8 | 1 .9 | 2 .2 | N | /A | N | 51 .1 | 5 .5 | 6 .9 | 285 1.2 |
| DGN-081(3) | 21 415.0 | 999 71.5 | 293 248.1 | 35 80.3 | 11 82.4 | 57 2.3 | 32 844.4 | 19 677.4 | 69 07.4 | 1 46.2 | 1 77.6 | 61 8.8 | 42 305.4 | 9 8.0 | 1 50.8 | 2 1.7 | 5 2.3 | 3 28.8 | 2 49.1 | 1 7.2 | 0 .0 | 0 .0 | 95 0.9 | 1 1.8 | 3 9.3 | 475 431.4 | | |
| * | 47 09.8 | 257 4.7 | 187 2.5 | 34 8.3 | 10 1.5 | 47 .9 | 50 9.5 | 64 6.4 | 13 7.7 | 5 4.8 | 2 3.0 | 95 .7 | 41 6.9 | 1 8.3 | 1 3.7 | 6 .6 | 1 .9 | 5 .7 | 5 .7 | 1 .8 | N | /A | N | 49 .9 | 5 .1 | 6 .7 | 285 4.0 | |
| DGN-116(1) | 63 91.5 | 895 81.8 | 228 375.2 | 18 07.4 | 12 44.7 | 27 3.9 | 14 608.8 | 27 012.2 | 45 74.7 | 1 16.5 | 1 03.7 | 28 6.6 | 30 935.9 | 3 1.4 | 4 1.2 | 2 5.7 | 2 2.4 | 4 32.7 | 1 89.0 | 1 1.2 | 0 .0 | 0 .0 | 65 8.1 | 0 .0 | 1 2.4 | 593 263.2 | | |
| * | 33 62.0 | 209 4.4 | 166 9.7 | 28 0.3 | 93 .0 | 40 .7 | 29 7.0 | 60 5.2 | 98 .6 | 4 0.1 | 1 7.1 | 82 .4 | 32 8.6 | 1 4.5 | 8 .9 | 5 .4 | 1 .3 | 6 .5 | 4 .9 | 1 .6 | N | /A | N | 40 .6 | N | 5 .0 | 222 7.9 | |
| DGN-116(2) | 93 27.0 | 802 90.8 | 208 383.9 | 17 74.8 | 10 87.3 | 44 9.4 | 13 934.3 | 23 604.2 | 40 89.1 | 1 08.9 | 9 4.9 | 34 2.7 | 32 899.8 | 3 1.9 | 3 9.7 | 5 9.1 | 2 2.6 | 3 86.8 | 1 86.5 | 1 1.3 | 0 .0 | 0 .0 | 71 3.3 | 0 .0 | 1 1.0 | 622 151.1 | | |
| * | 31 47.0 | 182 0.7 | 151 8.7 | 24 9.1 | 83 .9 | 38 .6 | 30 6.9 | 60 3.1 | 10 0.0 | 4 2.0 | 1 8.5 | 81 .0 | 32 7.9 | 1 4.2 | 8 .6 | 6 .2 | 1 .2 | 5 .9 | 4 .6 | 1 .5 | N | /A | N | 42 .0 | N | 4 .8 | 203 9.4 | |
| DGN-116(3) | 78 30.8 | 900 10.2 | 233 796.1 | 25 32.4 | 12 99.8 | 58 1.2 | 14 940.5 | 28 247.5 | 41 17.4 | 1 22.1 | 9 1.8 | 39 5.7 | 31 160.2 | 3 6.9 | 4 9.5 | 4 0.4 | 2 2.4 | 4 32.7 | 1 83.1 | 1 0.7 | 0 .0 | 0 .0 | 77 5.1 | 0 .0 | 1 2.1 | 583 309.2 | | |
| * | 33 17.0 | 203 0.0 | 164 7.2 | 27 6.5 | 89 .6 | 41 .8 | 31 1.7 | 64 1.6 | 10 0.0 | 4 1.9 | 1 7.7 | 85 .4 | 33 1.6 | 1 4.8 | 9 .3 | 5 .9 | 1 .3 | 6 .6 | 4 .8 | 1 .6 | N | /A | N | 42 .1 | N | 5 .0 | 228 2.1 | |
| DGN-102(1) | 89 53.1 | 170 233.4 | 302 883.2 | 16 38.4 | 74 0.6 | 0 0 | 26 034.7 | 35 98.7 | 69 31.7 | 1 79.8 | 1 93.4 | 0 0 | 91 07.3 | 0 .0 | 1 6.9 | 0 .0 | 6 14.6 | 7 54.2 | 1 5.1 | 2 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 35 5.1 | 3 0.0 | 4 6.4 | 468 657.7 | | |
| * | 32 92.1 | 311 0.5 | 184 1.8 | 30 2.0 | 8 A | N | 34 0.7 | 25 3.3 | 97 .2 | 3 5.6 | 1 5.0 | N | 16 7.8 | N | 7 .6 | N | 2 .0 | 2 .9 | 3 .7 | 1 .7 | N | /A | N | 35 .6 | 5 .2 | 6 .1 | 286 3.0 | |
| DGN-102(2) | 93 96.2 | 181 766.5 | 303 763.9 | 16 12.1 | 89 2.4 | 36 1.3 | 26 842.1 | 33 29.9 | 71 42.6 | 2 00.1 | 2 02.6 | 0 0 | 93 28.9 | 0 .0 | 2 1.3 | 2 2.8 | 7 3.6 | 1 14.8 | 1 55.8 | 2 3.9 | 0 .0 | 2 0.4 | 39 5.0 | 2 5.5 | 1 03.8 | 454 193.8 | | |
| * | 31 93.5 | 315 3.6 | 182 1.3 | 28 7.1 | 79 .5 | 45 .3 | 35 3.0 | 25 4.8 | 10 1.3 | 3 7.2 | 1 5.2 | N | 17 3.1 | N | 7 .9 | 7 .7 | 2 .0 | 3 .0 | 3 .8 | 1 .7 | N | /A | N | 35 .8 | 5 .3 | 8 .0 | 300 8.5 | |
| DGN-102(3) | 15 023.3 | 154 515.6 | 275 820.3 | 11 91.8 | 13 99.0 | 65 1.3 | 25 536.2 | 11 039.5 | 68 95.3 | 1 96.0 | 1 98.0 | 0 0 | 92 12.9 | 0 .0 | 1 4.3 | 2 7.6 | 7 3.8 | 1 14.8 | 1 58.4 | 2 4.0 | 0 .0 | 0 .0 | 33 6.9 | 3 0.6 | 7 9.1 | 497 456.2 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|---------|---------|---------|------------|-----------|----------|--------------|--------------|------------|
| * | 35 40.4 | 296 6.2 | 176 5.2 | 28 7.0 | 93 .3 | 48 .3 | 34 5.0 | 36 9.4 | 10 0.5 | 3 7.3 | 1 5.5 | A | N/ | 16 9.7 | /A | N | 7 .6 | 7 .1 | 2 .0 | 2 .9 | 3 .8 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 35 .6 | 5 .3 | 7 .2 | 276 7.3 |
| DGN- 011(1) | 13 567.9 | 714 38.6 | 292 563.6 | 71 0.0 | 10 93.0 | 51 4.1 | 27 389.6 | 13 075.2 | 31 74.1 | 1 17.3 | 1 38.8 | 37 5.0 | 53 915.0 | 4 0.1 | 1 24.4 | 2 0.9 | 6 6.0 | 39.1 | 1 27.3 | 1 5.4 | 1 5.4 | 3 .2 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 60 6.5 | 1 4.6 | 3 3.2 | 520 737.3 | |
| * | 40 73.3 | 198 1.4 | 184 6.2 | 30 7.8 | 92 .5 | 42 .6 | 49 8.4 | 58 6.6 | 10 5.3 | 4 6.6 | 2 4.1 | 84 .3 | 46 7.1 | 1 5.7 | 1 2.4 | 6 .2 | 2 .1 | 3 .6 | 3 .9 | 3 .7 | 1 .9 | 1 .9 | /A | N | /A | N | 44 .0 | 5 .3 | 6 .3 | 247 8.2 |
| DGN- 011(2) | 11 994.4 | 750 61.4 | 298 312.1 | 65 9.1 | 61 5.4 | 25 0.8 | 27 868.7 | 10 420.2 | 31 62.6 | 1 12.2 | 1 48.3 | 69 2.4 | 57 549.3 | 4 6.2 | 1 50.0 | 2 9.0 | 6 6.0 | 38.6 | 1 25.5 | 1 5.5 | 1 .1 | 3 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 54 4.8 | 1 4.4 | 3 7.6 | 511 982.4 | |
| * | 38 69.7 | 196 5.9 | 182 0.3 | 29 8.3 | 79 .9 | 38 .2 | 50 7.1 | 55 1.4 | 10 7.5 | 4 7.7 | 2 4.0 | 91 .7 | 48 2.5 | 1 5.8 | 1 3.2 | 6 .6 | 2 .1 | 3 .6 | 3 .9 | 3 .7 | 1 .9 | 1 .9 | /A | N | /A | N | 43 .6 | 5 .3 | 6 .5 | 249 2.5 |
| DGN- 011(3) | 14 832.4 | 703 55.6 | 279 088.5 | 80 1.1 | 53 4.0 | 21 9.7 | 26 991.0 | 10 235.2 | 30 79.7 | 1 09.6 | 1 80.9 | 44 9.2 | 65 179.2 | 3 8.3 | 1 55.7 | 3 1.1 | 6 7.4 | 36.7 | 1 25.6 | 1 4.7 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 55 3.8 | 1 0.7 | 3 3.0 | 526 774.3 | |
| * | 39 43.7 | 189 9.6 | 177 4.5 | 28 7.0 | 77 .0 | 36 .7 | 52 3.7 | 57 8.0 | 11 2.0 | 5 0.0 | 2 6.0 | 84 .7 | 52 0.3 | 1 5.5 | 1 3.3 | 6 .5 | 2 .1 | 3 .6 | 3 .9 | 1 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 43 .8 | 5 .2 | 6 .2 | 245 1.2 | |
| DGN- 011(4) | 94 10.5 | 757 62.7 | 294 293.0 | 94 0.2 | 50 2.1 | 23 8.1 | 26 241.0 | 13 844.7 | 31 38.0 | 1 10.6 | 1 51.2 | 39 2.6 | 51 145.6 | 2 5.5 | 1 11.8 | 2 1.1 | 6 4.8 | 36.7 | 1 26.7 | 1 2.9 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 60 0.9 | 1 7.0 | 3 0.8 | 522 678.2 | | |
| * | 36 37.5 | 190 6.2 | 178 6.1 | 29 2.4 | 77 .2 | 37 .7 | 47 2.8 | 57 9.9 | 10 0.7 | 4 4.3 | 2 3.2 | 83 .5 | 44 2.4 | 1 4.9 | 1 1.8 | 6 .0 | 2 .0 | 3 .5 | 3 .8 | 3 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 43 .1 | 5 .2 | 6 .1 | 241 3.1 | |
| DGN- 443(1) | 18 008.1 | 771 55.6 | 243 148.5 | 13 37.6 | 42 4.0 | 91 .9 | 54 310.4 | 20 922.8 | 44 26.8 | 1 49.0 | 1 27.3 | 30 7.6 | 35 337.4 | 2 8.4 | 1 64.8 | 0 .0 | 4 0.9 | 4 20.0 | 4 53.8 | 1 0.6 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 69 8.4 | 1 0.8 | 2 2.8 | 542 694.6 | | |
| * | 46 45.7 | 223 3.3 | 176 0.2 | 31 8.4 | 97 .5 | 44 .5 | 62 2.2 | 64 8.7 | 10 4.5 | 4 3.2 | 1 9.2 | 87 .5 | 37 8.6 | 1 6.3 | 3 3.9 | /A | N | 1 7 | 6 .8 | 4 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 49 .9 | 4 .9 | 6 .0 | 253 8.1 | |
| DGN- 443(2) | 20 468.1 | 107 519.4 | 291 424.2 | 14 00.6 | 48 25.9 | 27 4.4 | 52 422.5 | 22 510.0 | 49 35.6 | 1 24.9 | 1 26.4 | 34 6.0 | 35 687.1 | 3 3.0 | 1 06.9 | 0 .0 | 4 1.4 | 4 92.5 | 4 78.0 | 1 3.1 | 1 3.1 | 3 .5 | 0 .0 | 0 .0 | 83 4.6 | 1 4.2 | 2 3.2 | 456 194.6 | | |
| * | 46 90.4 | 265 8.1 | 178 7.6 | 32 5.7 | 14 7.9 | 43 .9 | 62 3.1 | 68 9.2 | 11 5.5 | 4 7.8 | 2 0.7 | 85 .4 | 36 6.3 | 1 5.2 | 1 1.7 | /A | N | 1 .7 | 7 .3 | 5 .0 | 1 .7 | 1 .9 | /A | N | /A | N | 46 .1 | 4 .8 | 5 .8 | 282 1.3 |
| DGN- 443(3) | 23 097.8 | 106 690.3 | 294 304.9 | 19 53.0 | 27 65.7 | 56 9.4 | 51 583.8 | 25 107.9 | 43 66.0 | 1 32.0 | 1 21.8 | 43 9.5 | 33 392.6 | 2 6.8 | 8 8.0 | 8 .2 | 4 1.1 | 4 95.8 | 4 65.0 | 1 0.0 | 1 .1 | 3 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 92 5.4 | 1 4.1 | 1 4.6 | 453 683.3 | | |
| * | 50 12.8 | 280 0.0 | 186 6.0 | 34 9.6 | 12 9.1 | 49 .5 | 60 5.9 | 69 4.2 | 10 7.8 | 4 5.4 | 1 9.8 | 90 .5 | 36 2.0 | 1 5.4 | 1 1.4 | 5 .1 | 1 .7 | 7 .5 | 5 .0 | 1 .6 | 1 .0 | 2 .0 | /A | N | /A | N | 46 .1 | 4 .9 | 5 .5 | 291 7.9 |
| DGN- 014(1) | 14 249.0 | 860 04.4 | 259 510.6 | 35 70.3 | 95 7.8 | 13 40.1 | 36 731.2 | 39 033.2 | 39 69.9 | 1 72.9 | 1 62.4 | 81 3.8 | 55 531.0 | 0 .0 | 1 03.6 | 1 7.0 | 4 3.7 | 3 26.2 | 3 40.0 | 1 3.8 | 9 .4 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 10 33.2 | 0 .0 | 1 2.1 | 496 259.1 | | |
| * | 49 76.1 | 247 1.0 | 182 6.9 | 35 2.0 | 10 3.9 | 56 .9 | 57 1.3 | 92 1.1 | 11 7.3 | 5 0.1 | 2 4.2 | 10 1.3 | 50 9.1 | /A | 2.3 | .6 | .8 | .1 | 6 .6 | 4 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 52 .0 | N | 5 .7 | 276 1.3 | |
| DGN- 014(2) | 19 000.5 | 940 60.1 | 273 182.4 | 81 96.5 | 17 87.9 | 18 93.3 | 39 605.5 | 27 608.2 | 39 71.9 | 1 60.4 | 1 91.8 | 10 88.0 | 57 871.6 | 3 6.6 | 1 00.6 | 1 4.4 | 4 3.6 | 3 52.6 | 3 38.5 | 1 0.6 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 10 65.6 | 1 0.6 | 2 0.5 | 469 586.0 | | |
| * | 53 85.7 | 269 6.6 | 184 4.9 | 40 5.6 | 11 9.1 | 63 .6 | 58 9.1 | 80 1.6 | 11 9.9 | 5 2.4 | 2 4.6 | 10 4.8 | 50 6.5 | 1 6.1 | 1 2.0 | 5 .7 | 1 .8 | 6 .2 | 4 .5 | 4 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 51 .2 | 5 .0 | 5 .9 | 282 8.0 | |
| DGN- 014(3) | 14 471.7 | 982 70.4 | 280 967.6 | 21 88.8 | 11 55.7 | 97 3.6 | 42 285.8 | 17 895.4 | 44 81.0 | 1 70.1 | 1 52.3 | 10 25.9 | 53 514.2 | 3 0.8 | 1 05.5 | 1 2.5 | 4 2.7 | 3 55.3 | 3 45.7 | 1 1.5 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 10 67.2 | 1 0.8 | 2 1.0 | 480 644.8 | | |
| * | 45 55.0 | 251 7.8 | 180 4.8 | 32 9.5 | 99 .8 | 51 .2 | 61 4.1 | 69 4.5 | 12 5.4 | 5 4.5 | 2 5.1 | 10 1.7 | 46 8.8 | 1 5.6 | 1 1.8 | 5 .5 | 1 .7 | 6 .1 | 4 .5 | 1 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 50 .5 | 4 .9 | 5 .7 | 271 1.9 | |
| DGN- 014(4) | 16 305.9 | 950 65.8 | 249 680.4 | 48 30.2 | 92 9.8 | 95 2.1 | 36 685.0 | 38 712.6 | 42 04.6 | 1 75.1 | 1 46.6 | 77 9.1 | 52 698.7 | 2 4.3 | 9 1.6 | 1 0.8 | 4 2.7 | 3 50.7 | 3 44.2 | 1 0.3 | 1 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 0 .0 | 10 05.9 | 8 .6 | 1 6.2 | 497 126.8 | | |
| * | 49 52.4 | 259 5.6 | 177 7.2 | 35 4.8 | 10 2.2 | 52 .9 | 56 6.4 | 90 6.8 | 12 0.5 | 5 1.5 | 2 3.9 | 98 .3 | 47 8.2 | 1 5.8 | 1 1.5 | 5 .4 | 1 .8 | 6 .2 | 4 .6 | 1 .7 | 1 .7 | /A | N | /A | N | 52 .1 | 4 .9 | 5 .7 | 273 1.7 | |

Tabla 4 Composición química de las pastas de cerámicas arqueológicas lavadas (en ppm, leyenda: *: desviación estándar)

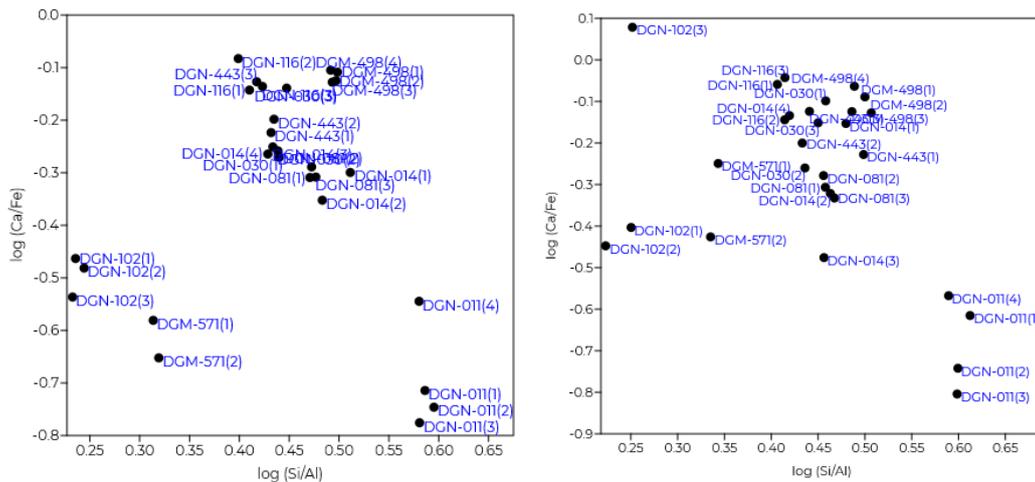


Fig. 49 (a y b). Diagramas de dispersión en los que se comparan las relaciones logarítmicas del Si y Al y del Ca y Fe al seno de pastas de cerámicas arqueológicas de Silkinchani (fragmentos no lavados a la izquierda vs. fragmentos lavados a la derecha).

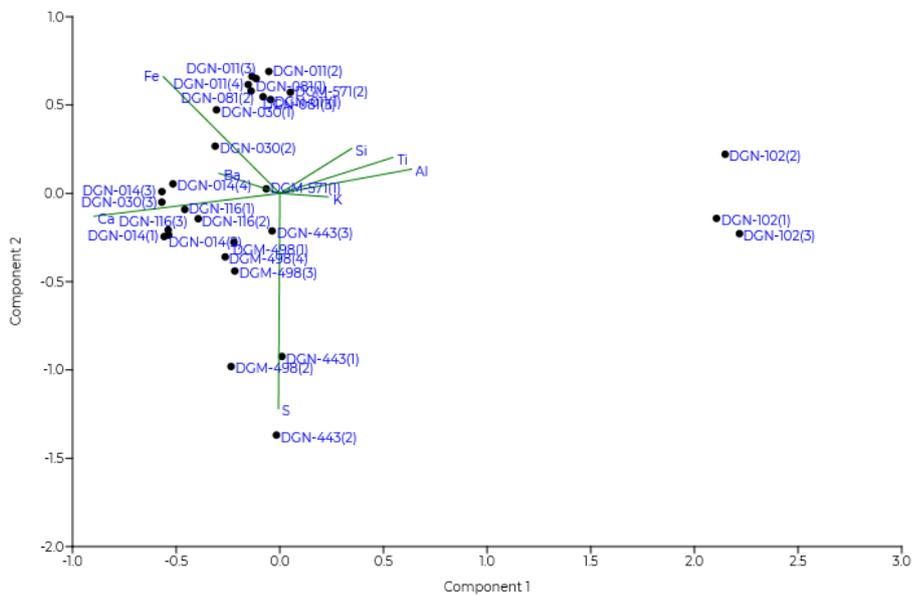
En la parte superior se presentan dos diagramas donde se comparan las relaciones logarítmicas de cuatro constituyentes principales. A partir de los mismos, es posible afirmar (i) que la dispersión es superior en el diagrama producido con cerámicas que han sido objeto de lavado y (ii) que las pastas de cerámicas pacajes y sillustani (DGN-011 y DGN-102) son las más aberrantes dentro de toda la muestra. Estos fragmentos fueron producidos con materias primas y recetas diferentes a las empleadas en la producción de cerámica inca del valle de Cusco. Sin duda alguna, se trata de fragmentos de objetos importados a Silkinchani. Esta hipótesis, no extraordinaria, se sostiene y apoya, además, en las siguientes dos informaciones: primero, en el marco de sus trabajos de investigación realizados en Paruro, Bauer (2002: 31) afirma: “Sabemos que otros estilos alfareros fueron importados a la región del Cuzco durante el periodo del gobierno imperial inca... En varios lugares se recuperaron fragmentos de cerámica sillustani (Tschopik 1946), urcusuyu (Rowe 1944: 49; Tschopik 1946) y pacajes (Rydén 1957; Albarracín-Jordán y Mathews 1990)”;

segundo, según Bauer (2002: 31-32) estos tres estilos alfareros fueron producidos en la cuenca del lago Titicaca.

Ahora bien, en lo que concierne al análisis estadístico multivariado y exploratorio, se han seleccionado 8 elementos químicos (Si, Al, S, K, Ca, Ti, Fe y Ba) por cada punto de

análisis. La mayoría de estos son elementos denominados como constituyentes principales. Es necesario señalar que se ha evitado el uso del Mg por la elevada desviación estándar, y el P ya que recientes estudios proponen que espectrómetros, como el empleado en este estudio, no pueden medir adecuadamente este elemento químico (Hunt y Speakman 2015).

Posteriormente, se ha obtenido la media geométrica por cada subcomposición y se ha transformado logarítmicamente la información química original (*Centered log-ratio transformation* (clr)) (Aitchison 1986). Esto se ha realizado debido a la naturaleza “composicional” y “cerrada” de los datos (Filzmoser *et al.* 2009). Con los datos obtenidos, se ha ejecutado dos Análisis de Componentes Principales (o ACP) con el objetivo de identificar los principales elementos químicos discriminantes en pastas de fragmentos no lavados (Fig. 35) y lavados (Fig. 36).



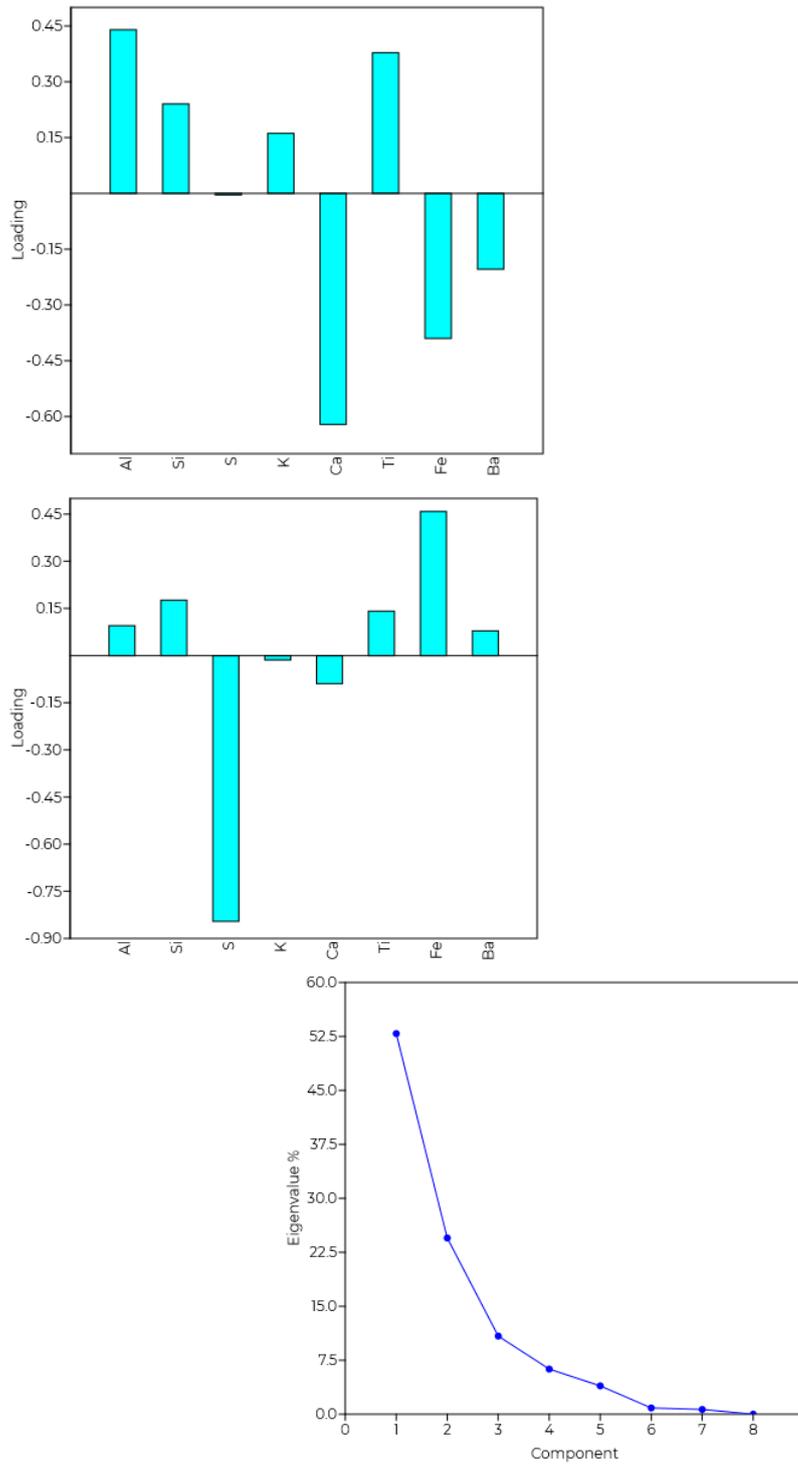
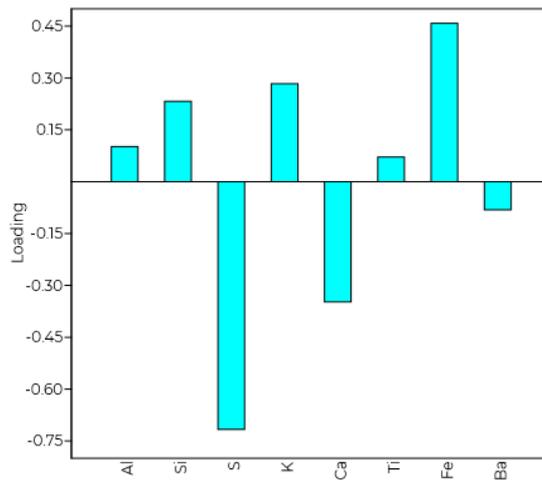
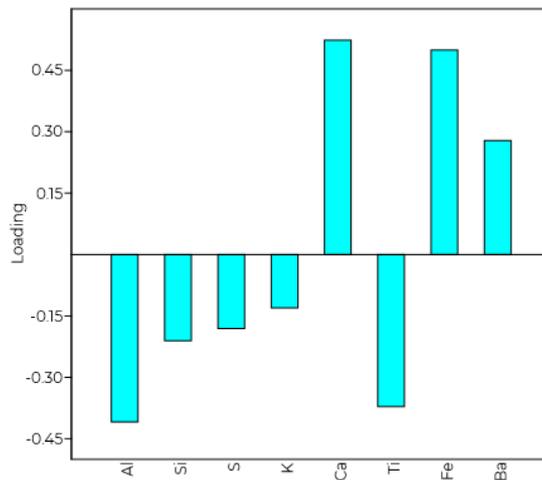
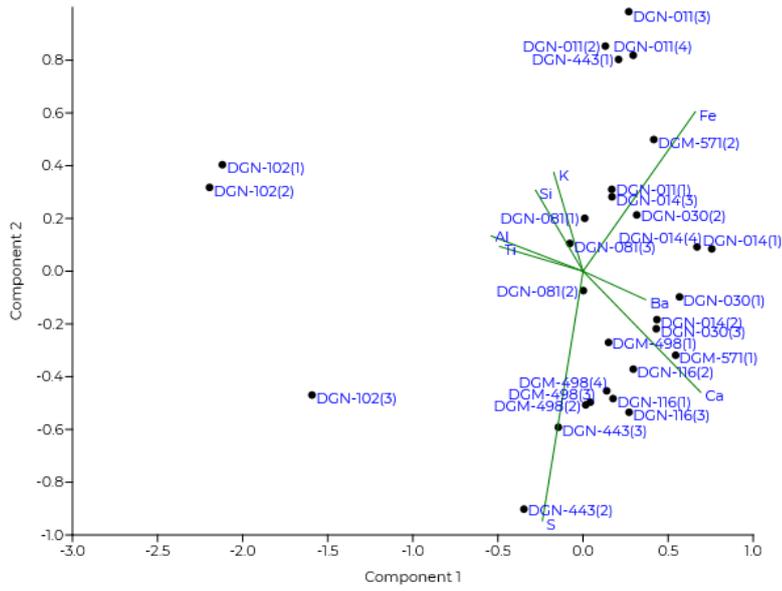


Fig. 50 (a, b, c y d). a) Diagrama de dispersión del ACP realizado con datos obtenidos sobre pastas de fragmentos no lavados; b) gráfico de pesos (primer componente); c) gráfico de pesos (segundo componente); y d) gráfico de sedimentación del ACP.



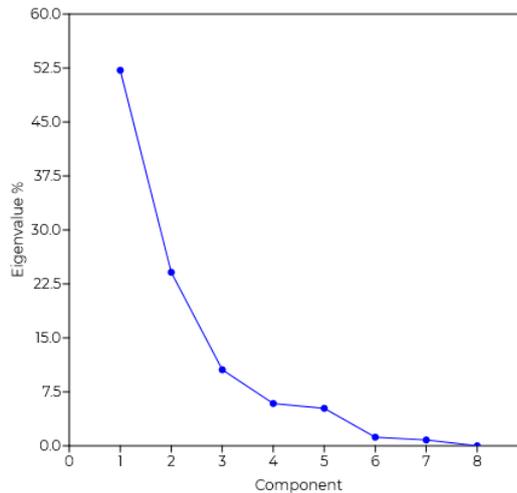


Fig. 51 (a, b, c y d). a) Diagrama de dispersión del ACP realizado con datos obtenidos sobre pastas de fragmentos lavados; b) gráfico de pesos (primer componente); c) gráfico de pesos (segundo componente); y d) gráfico de sedimentación del ACP.

Resultado de los ACP, se ha podido establecer (i) que la dispersión es superior en el diagrama del ACP producido con cerámicas que han sido objeto de lavado y (ii) que los principales cuatro elementos discriminantes, tanto en los análisis sobre pastas en fragmentos lavados y no lavados, son el aluminio, calcio, hierro y azufre. En el caso preciso de la cerámica sillustani, esta fue producida con una arcilla caolinítica (rica en silicio y aluminio y pobre el calcio). En el caso de la cerámica pasajes, esta fue producida con una arcilla rica en hierro.

Es importante señalar que a este informe se anexan, en un CD, los resultados del análisis químico.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

8.1.1. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA MICROSCOPIA ÓPTICA Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X:

- Nos permite conocer los componentes químicos de los fragmentos.
- Se diferencia la matriz arcillosa de una y otra pasta.
- Podemos adelantar opinión de la composición a través de las micro fotografías.
- No es necesario determinar la naturaleza de las inclusiones.

8.1.2. DESVENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LA MICROSCOPIA ÓPTICA Y FLURESCENCIA DE RAYOS X:

- El fragmento a analizar, debe presentar una geometría plana, ya que sí o sí debe estar pegada al lente de la pistola de emisión de Rayos X
- Al usar esta técnica, analiza aún los agentes externos (contaminantes) son tomados como parte del fragmento, por lo tanto es necesario minimizar la polución.
- Este tipo de herramientas son industriales, por lo tanto, es muy difícil su uso en el campo.
- Se necesitan varios análisis sobre el fragmento para ver la representatividad de los elementos.
- Las zonas planas con codificación dificultan los análisis, ya que la tinta utilizada también sería analizada.
- Los permisos del Ministerio de Cultura no nos otorgó la facilidad de fragmentar las cerámicas.
- Los sedimentos acumulados de los fragmentos dificultan una buena observación.

Respondiendo a la problemática general, se analizó un total de 18041 fragmentos, el material analizado contenía los siguientes estilos Qotacalle, Lucre, Killke, Inka y Colonial, de los cuales se seleccionó un total de 877 fragmentos diagnóstico, cabe mencionar que todo el material diagnóstico es de estilo Inka, los cuales fueron analizados de forma más detallada, de éste análisis se obtuvo la siguiente información:

3.- CLASE DE FRAGMENTO

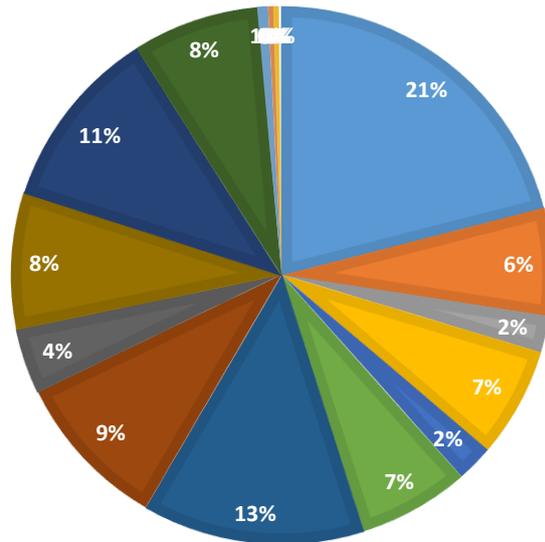
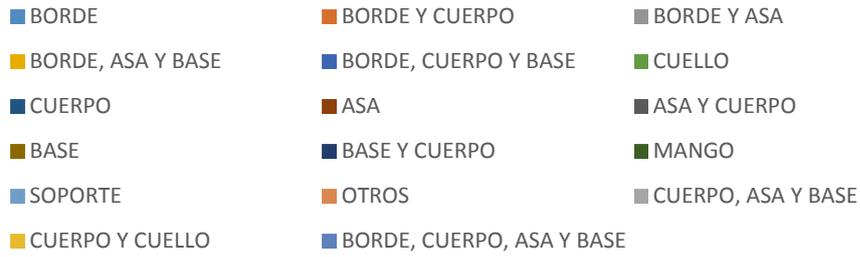


Fig. 52 Fig. 53 Los fragmentos más resaltantes del material diagnóstico son los: bordes, cuerpos, asas y bases.

10.3 APROXIMACIONES DE LAS FORMAS DE VASIJAS

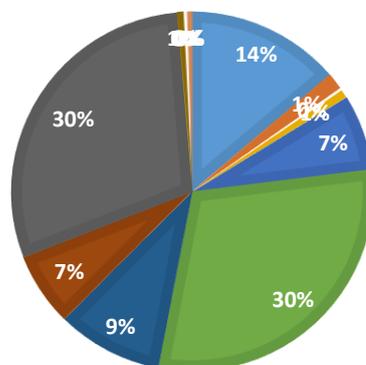
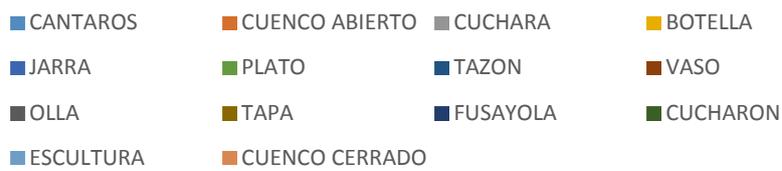


Fig. 54 Las formas más representativas de la cerámica Inka del sitio de Silkinchani son las siguientes: aríbalos, ollas, cuencos, jarras, vasos y cucharas.

4.1.- TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE EXTERIOR

- ALISADO TOSCO CON ESTRIAS MARCADAS, SUPERFICIE IRREGULAR
- ALISADO TOSCO SIN ESTRIACIONES
- ALISADO FINO, SUPERFICIE REGULARMENTE UNIFORME
- PULIDO
- ALISADO EN PASTA NATURAL
- BRUÑIDO
- BRUÑIDO Y TRAPEADO
- TRAPEADO
- ESCOBILLADO
- ESCOBILLADO Y BRUÑIDO
- EROSIONADO
- BRUÑIDO Y ALISADO
- ALISADO Y ESCOBILLADO
- TRAPEADO Y ALISADO
- ESCOBILLADO Y TRAPEADO

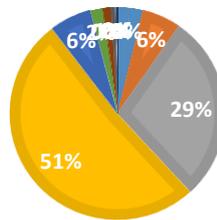


Fig. 55 El tratamiento de la superficie exterior que predomina es el: Pulido

5.1.- COLOR DE LAS INCLUCIONES

- COLORES BLANQUECINOS
- LASCAS BRILLANTES CLARAS
- ANARANJADAS
- AMARILLOS
- COLOR ROJO TERROSO O MARRON MATE
- LASCAS BRILLANTES OSCURAS
- GRIS OSCURO Y NEGRO

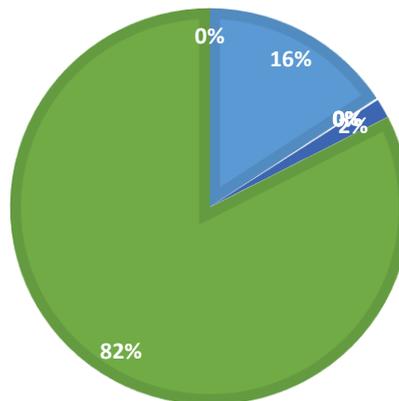


Fig. 56 El color de las inclusiones que resalta en la cerámica Inka son las de color: gris oscuro y negro.

5.2.- TAMAÑOS DE LAS INCLUCIONES

■ GUIJARRO ■ GRANULOSO ■ MUY TOSCO ■ TOSCO
■ MEDIO ■ FINO ■ MUY FINO ■ CIENO

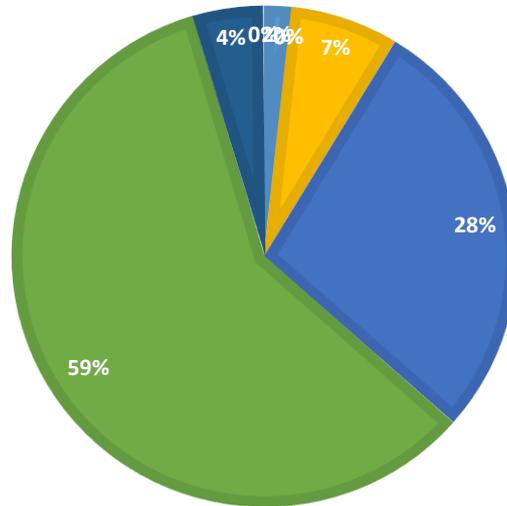


Fig. 57 Las inclusiones predominantes son las de tamaño Fino.

5.3.- DISPOSICION DE LAS INCLUCIONES

■ MUY POBRE ■ POBRE ■ EQUILIBRADO ■ BIEN ■ MUY BIEN

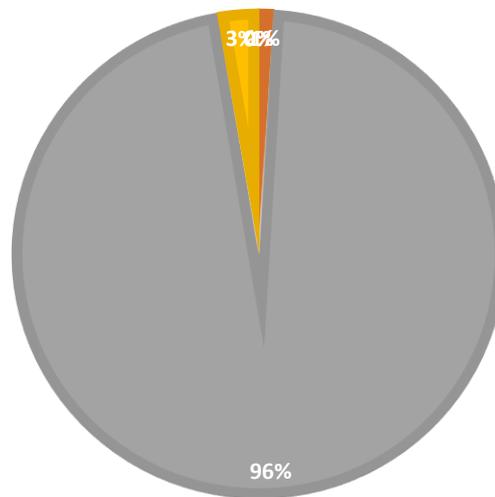


Fig. 58 La disposición de las inclusiones de la cerámica Inka se da de manera equilibrada.

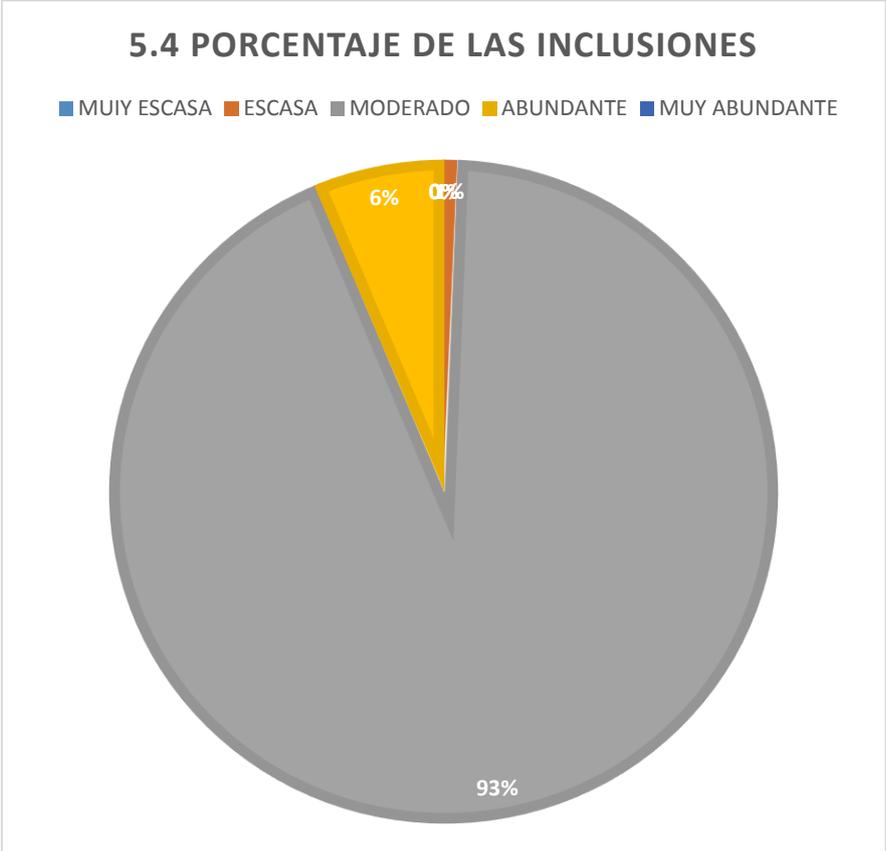


Fig. 59 El porcentaje de las inclusiones en la cerámica Inka se da de manera moderada.

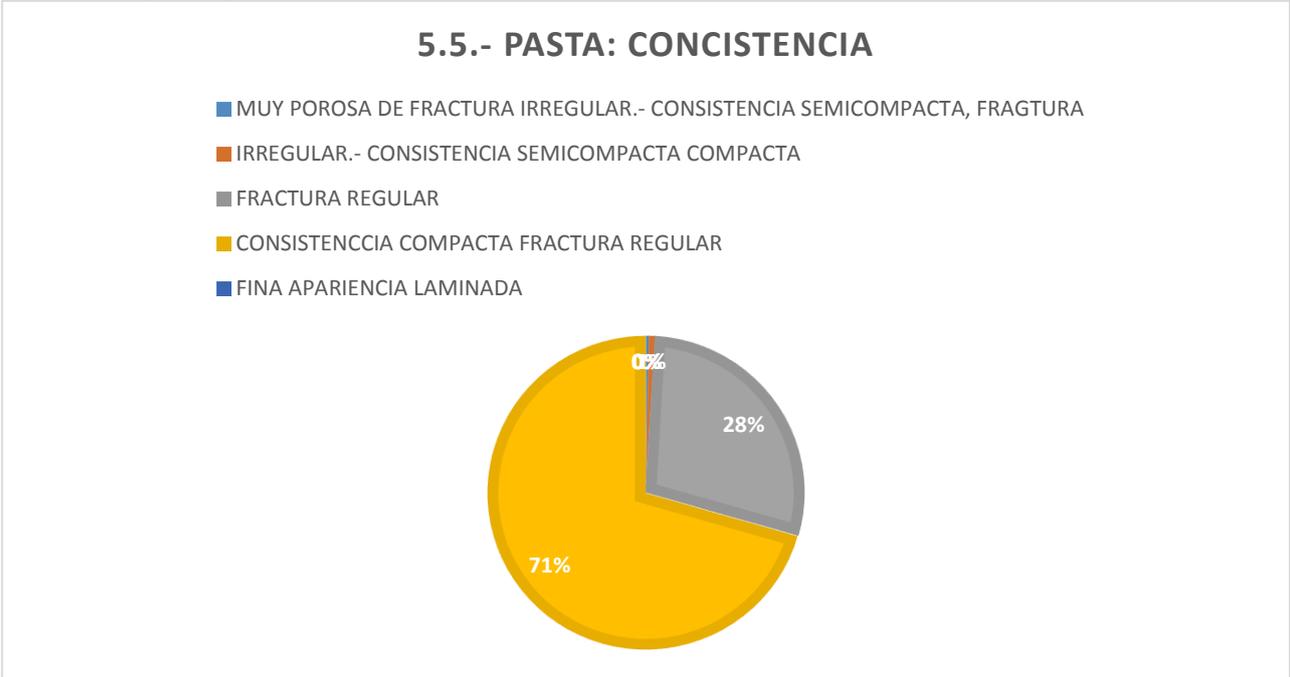


Fig. 60 La consistencia de la pasta Inka de Silkinchani es de consistencia compacta de fractura regular.

5.6.- PASTA: COLOR

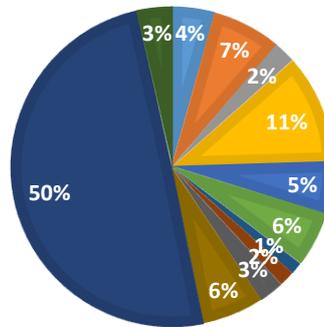
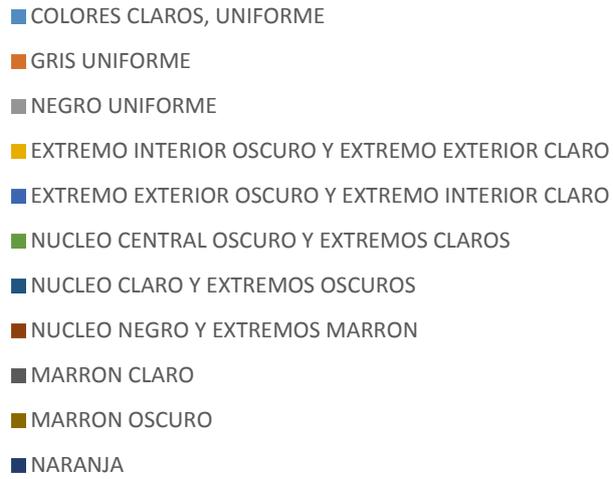


Fig. 61 El color de la pasta resaltante en la cerámica Inka es el color naranja.

5.7.- TIPO DE COCCION

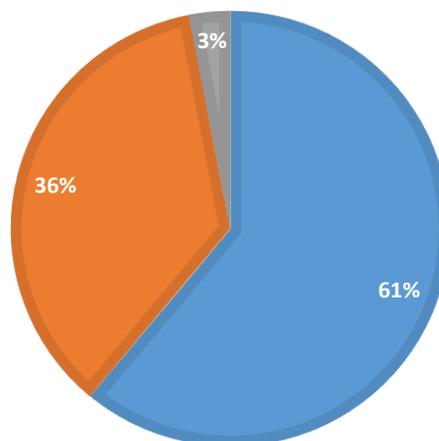


Fig. 62 El tipo de cocción es completa.



Fig. 63 El tipo de decoración de la cerámica Inka de Silkinchani es Post cocción.



Fig. 64 La técnica decorativa aplicada a la cerámica Inka de Silkinchani es pintura positiva.

6.3.- UBICACION DE LA DECORACION

- EN LA SUPERFICIE INTERNA
- EN LA SUPERFICIE EXTERNA
- AMBAS SUPERFICIES
- EN EL BORDE INTERIOR
- EN EL BORDE EXTERIOR
- EN EL LABIO
- EN EL LABIO Y EN EL INTERIOR
- EN EL LABIO Y EN EL EXTERIOR
- EN LA ASA

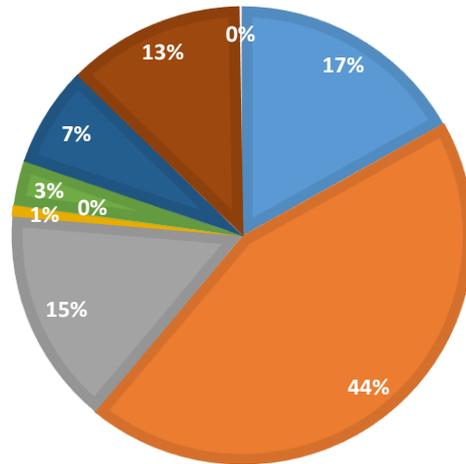


Fig. 65 La ubicación de la decoración de los fragmentos se dio en mayor porcentaje en la superficie externa, así como en la superficie interna y en ambas superficies.

6.4.- NATURALEZA DE LOS COLORES

- MONOCROMO
- BICROMO
- TRICOLOR
- POLICROMO

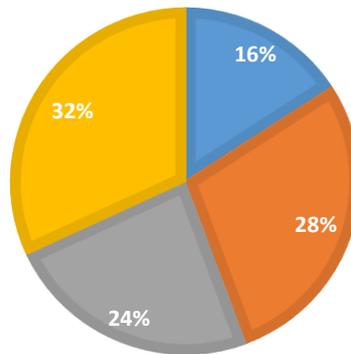


Fig. 66 La naturaleza de los colores de los colores de la cerámica Inka de Silkinchani se manifiesta de manera equilibrada, resaltando el policromo.

6.5.- NATURALEZA DE LOS DISEÑOS DECORATIVOS

- GEOMETRICO
- ZOOMORFO
- ORNITOMORFO
- ZOOMORFO Y GEOMETRICO
- ANTROPOMORFO
- FITOMORFO
- NO DETERMINADO

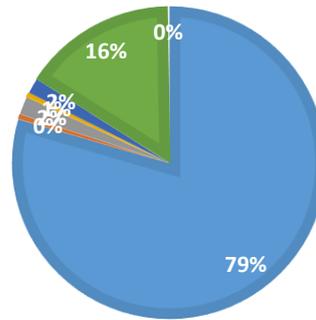


Fig. 67 Dentro de la naturaleza de los diseños decorativos de la cerámica Inka de Silkinchani resaltan los diseños geométricos.

6.6 DESCRIPCION DE LOS DISEÑOS GEOMETRICOS

- ROMBO SIMPLE
- LINEAL
- LINEA VERTICAL
- COMBINACION DE DISEÑOS GEOMETRICOS
- ROMBO CONSENTRICO
- LINEA HORIZONTAL
- ZIG-ZAG SIMPLE
- BANDA

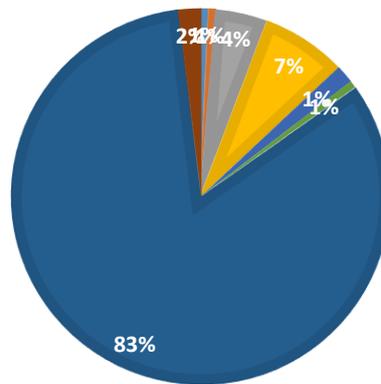


Fig. 68 La decoración de los fragmentos de la cerámica Inka posee una combinación de diseños geométricos.

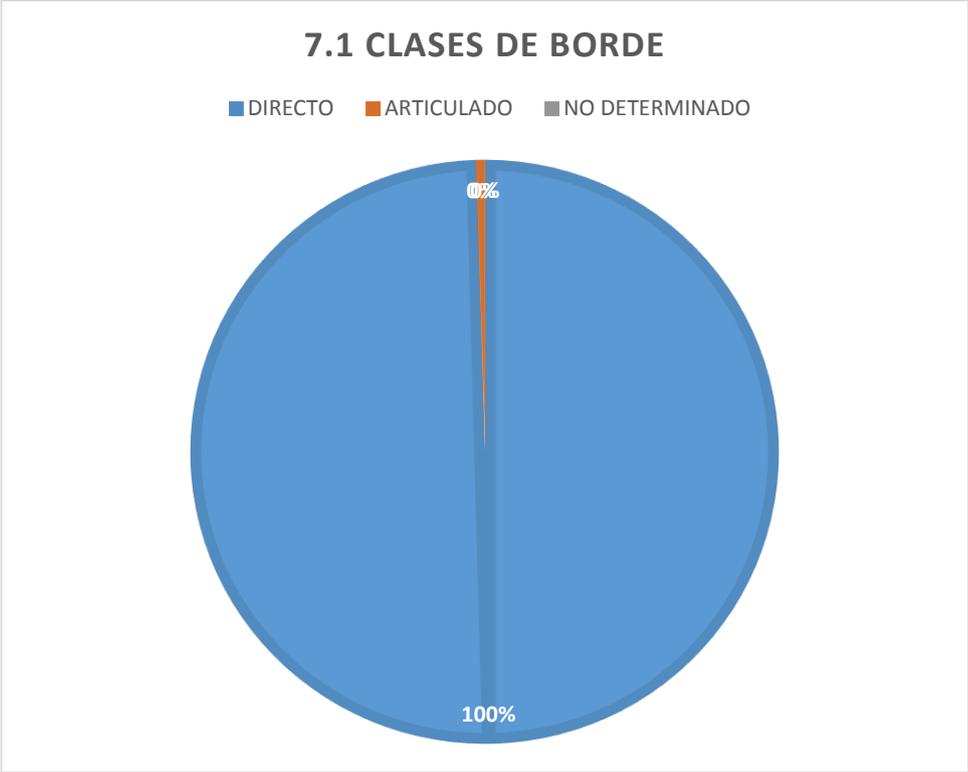


Fig. 69 Respecto a los bordes de cerámica Inka de Silkinchani, la mayor cantidad son directos.

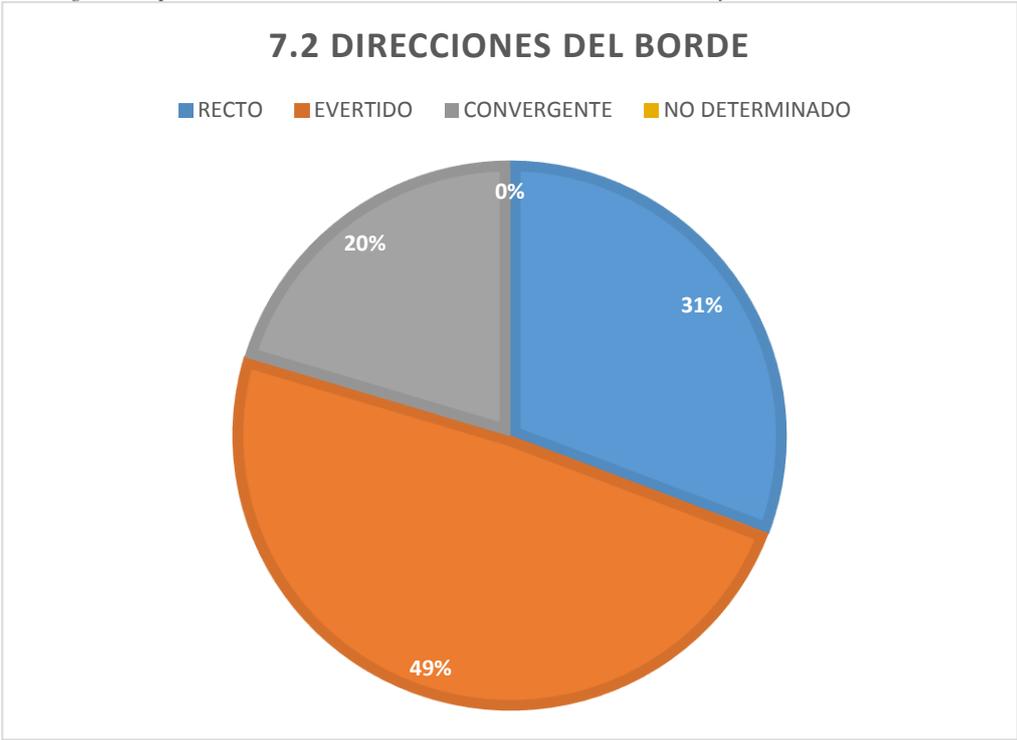


Fig. 70 Las direcciones de los bordes son en su mayoría evertidos y rectos.

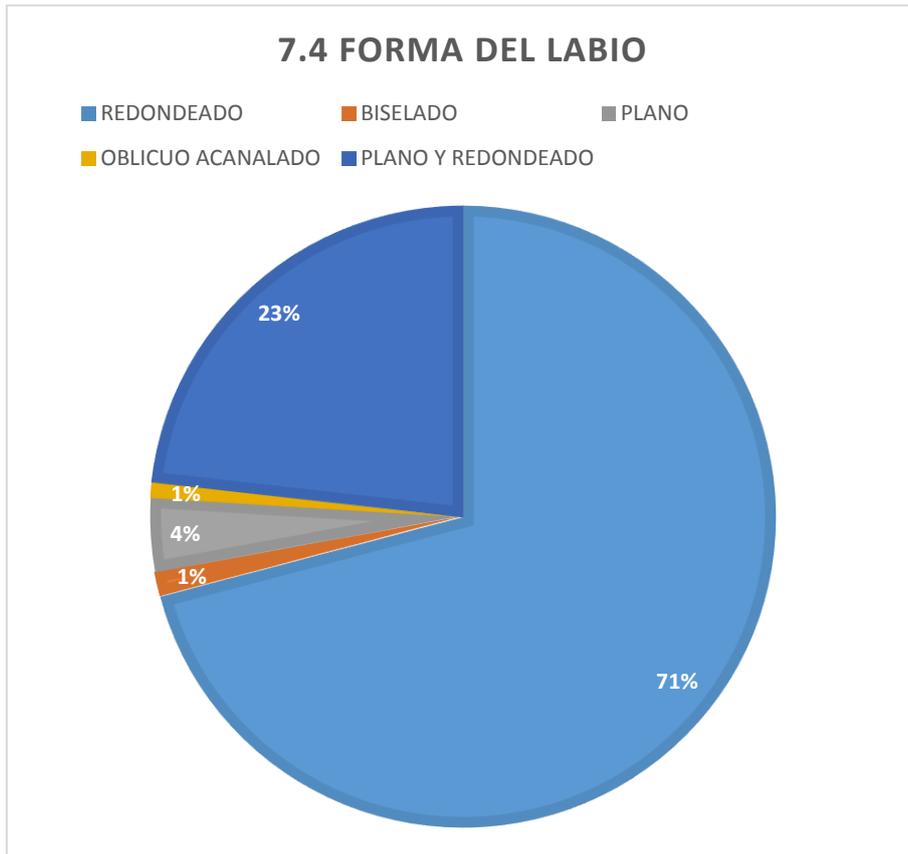


Fig. 71 Respecto a la información de la forma del labio, en su mayoría son redondeados y planos y redondeados.

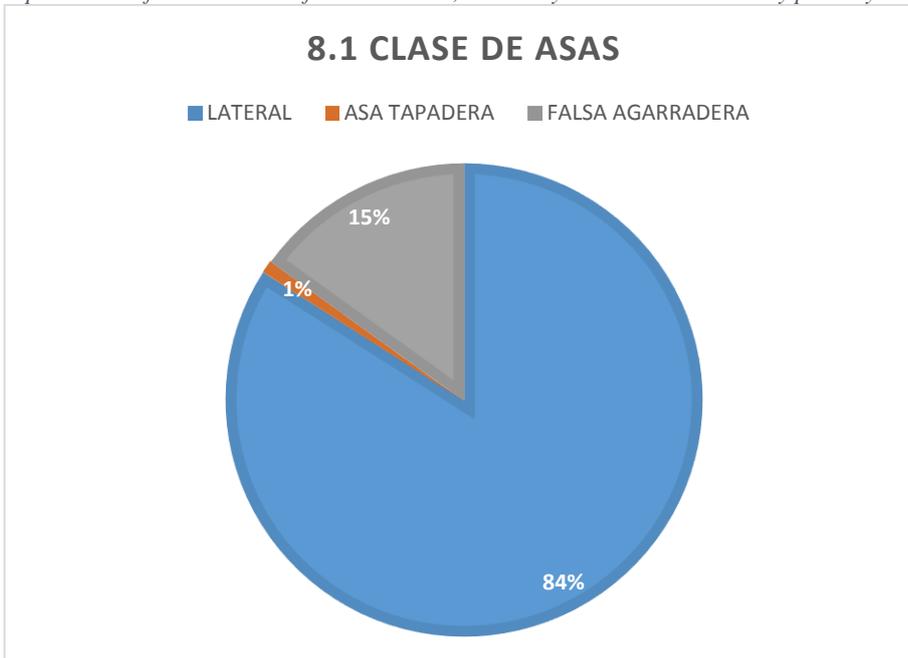


Fig. 72 Respecto a la información de las clases de asas de la cerámica de Silkinchani, estas son en su mayoría son laterales.

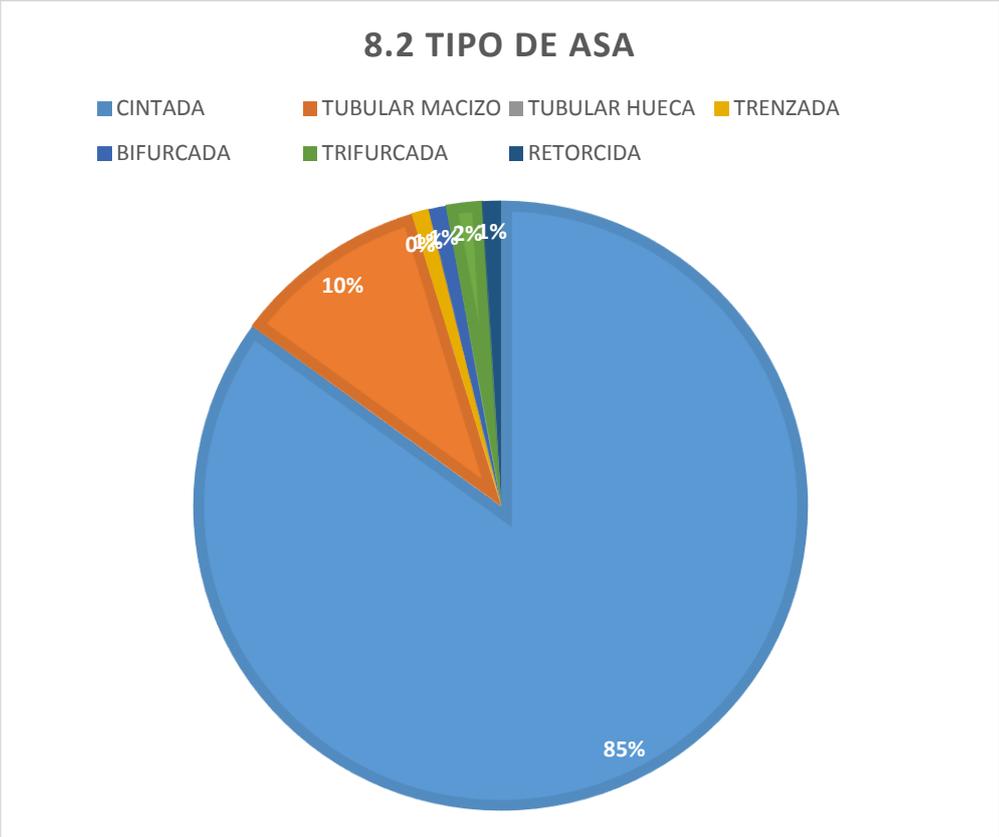


Fig. 73 En lo que concierne al tipo de asa, resalta el asa cintada.

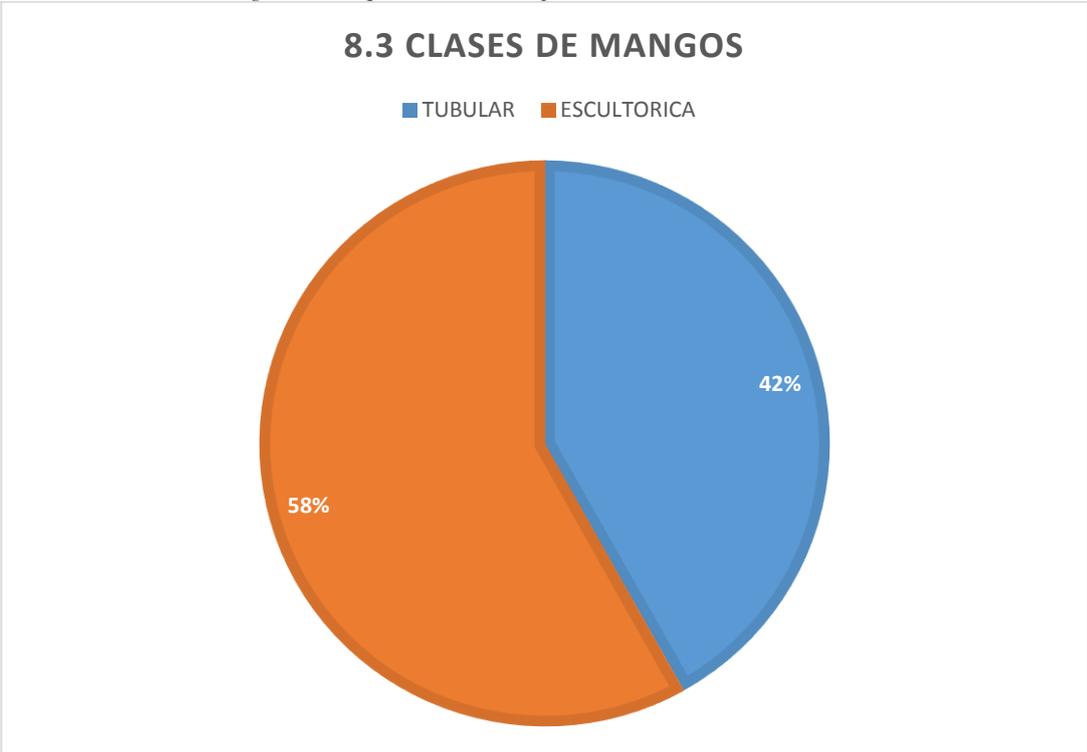


Fig. 74 En lo que concierne a las clases de mango, resalta el mango escultórico

8.4.- POSICION DE LA ASA O MANGO

■ EN EL BORDE HORIZONTAL ■ EN EL BORDE VERTICAL ■ EN EL CUERPO VERTICAL
■ EN EL CUERPO HORIZONTAL ■ NO DETERMINADO

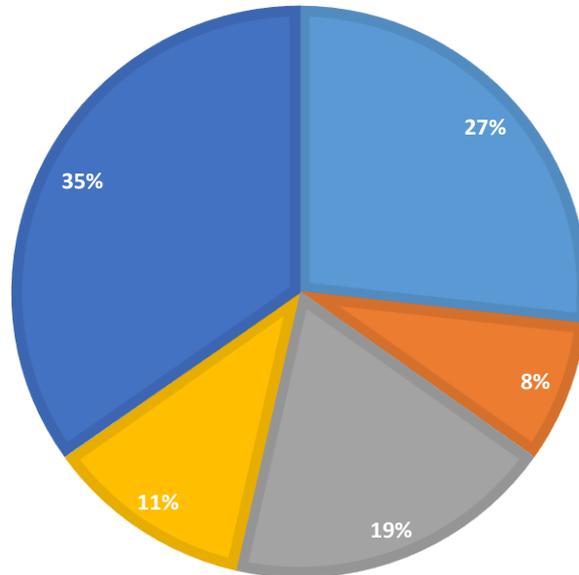


Fig. 75 En lo que concierne a la posición del asa o mango, la mayoría de ellos son indeterminados y los que resaltan son los que se encuentran en el borde de las vasijas de manera horizontal.

9.1 FORMAS DE LA BASE

■ PLANO ■ CONCAVO ■ CONVEXO

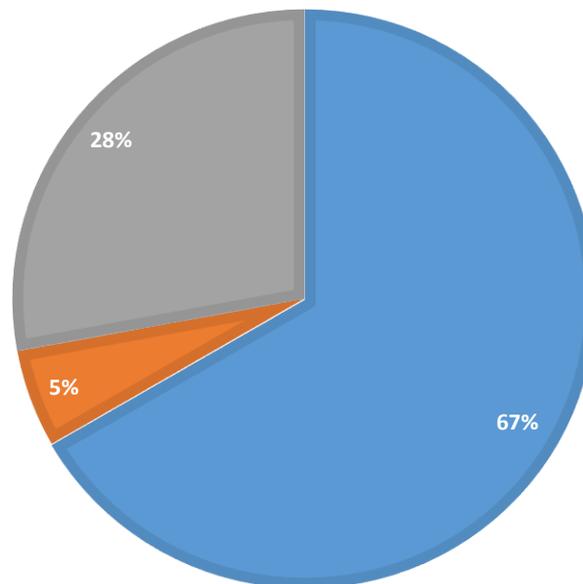


Fig. 76 En lo que concierne a las bases de la cerámica Inka, los que resaltan son las bases planas.



Fig. 77 Respecto a la información de las vasijas en general, la mayoría son vasijas cerradas.

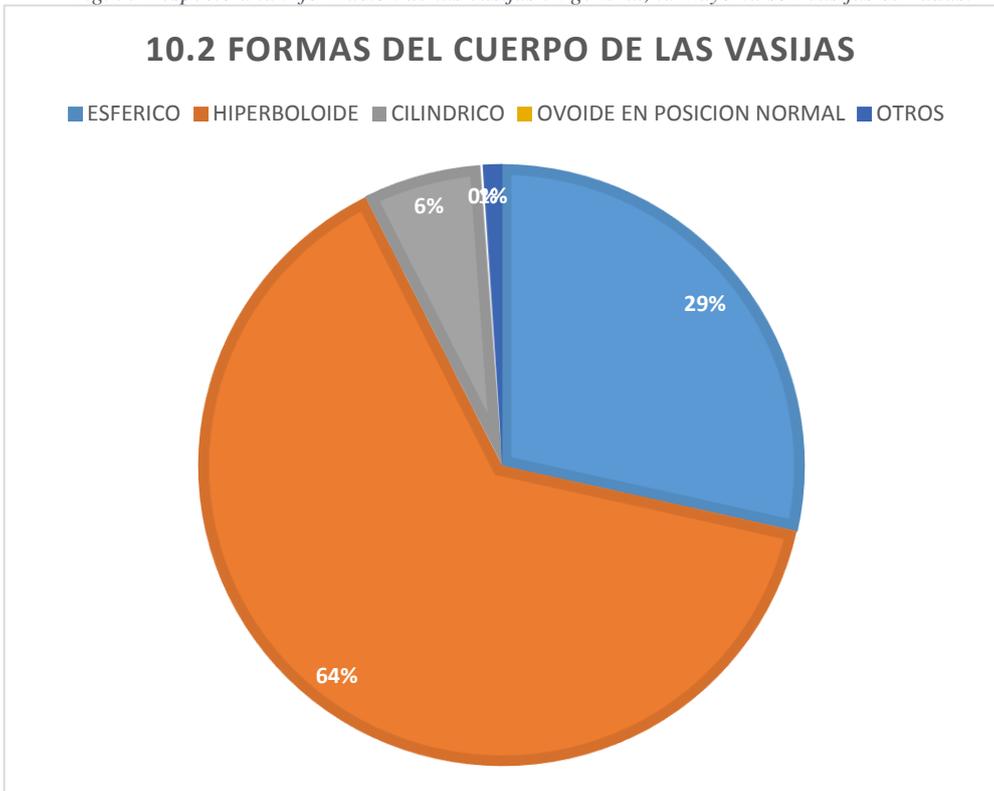


Fig. 78 Respecto a la información de las formas del cuerpo de las vasijas, las formas resaltantes son los hiperboloides.

10.3 APROXIMACIONES DE LAS FORMAS DE VASIJAS

- CANTAROS
- CUENCO ABIERTO
- CUCHARA
- BOTELLA
- JARRA
- PLATO
- TAZON
- VASO
- OLLA
- TAPA
- FUSAYOLA
- CUCHARON
- ESCULTURA
- CUENCO CERRADO

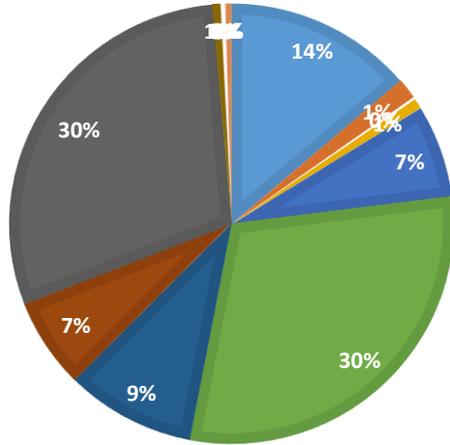


Fig. 79 Las formas más representativas de las vasijas Inka en Silkinchani son: las ollas, los platos, las jarras, los tazones, los vasos y los cuencos.

12 CLASIFICACION ESPECIFICA DE LA CERAMICA INKA

- LLANO
- DOMESTICO
- POLICROMO
- SILLUSTANI
- CHIMU

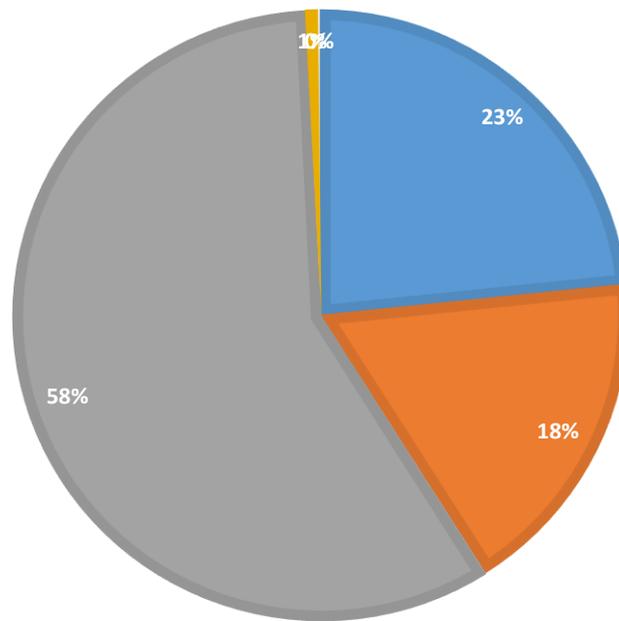


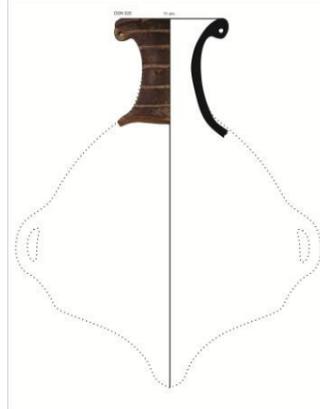
Fig. 80 Dentro del grupo de la cerámica Inka del sitio de Silkinchani, los subestilos que predominan son el Inka polícromo, llano y doméstico. Del mismo modo tenemos algunos subestilos foráneos como Inka Chimú, Sillustani, Orcosuyo y pacajes.

DETERMINACIÓN DE LAS FORMAS CERÁMICAS INKA MÁS REPRESENTATIVAS

ARÍBALOS



De acuerdo a la clasificación de John Rowe es un fragmento de estilo Inka polícromo, pertenece al cuerpo de un aríbalo de base plana, con decoración bicroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta, sería un aríbalo A4.



De acuerdo a la clasificación John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, pertenece al cuello de un aríbalo, de base cónica, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta, sería un aríbalo A5.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka polícromo, es el labio de un aríbalo, de forma redondeada, decoración en la parte exterior polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta, sería un aríbalo A4.

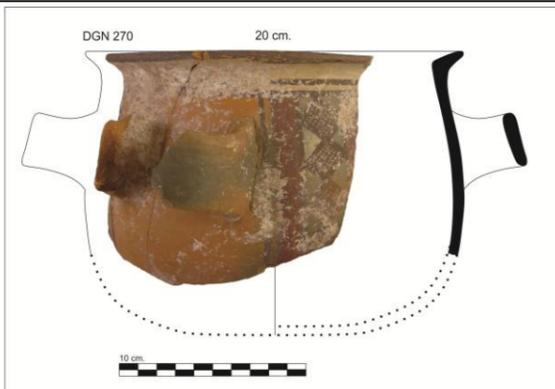


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka polícromo, es un labio de un aríbalo, tiene decoración bicroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta, sería un aríbalo A5.

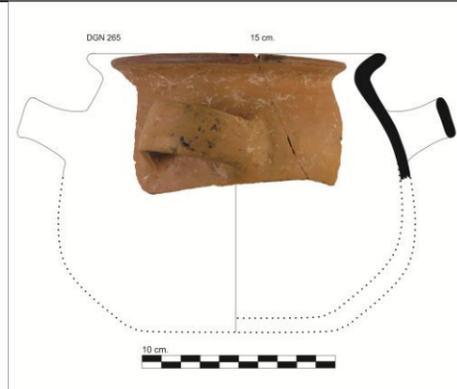


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka polícromo, es un cuello y labio de un aríbalo, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta, sería un aríbalo A5.

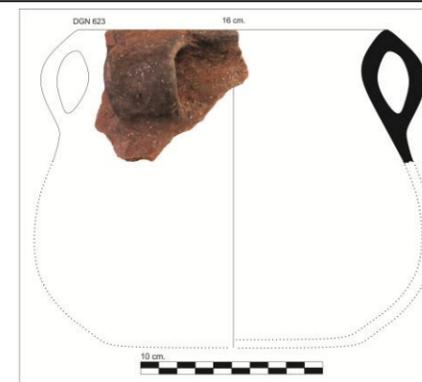
OLLAS



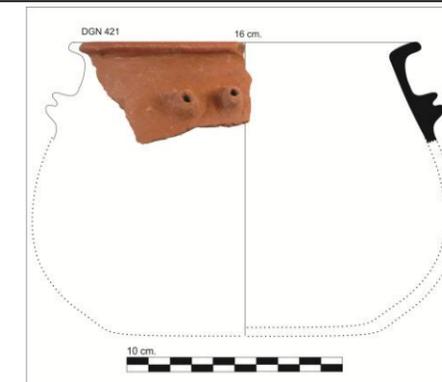
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka polícromo, el cuerpo de una olla, posee decoración geométrica, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



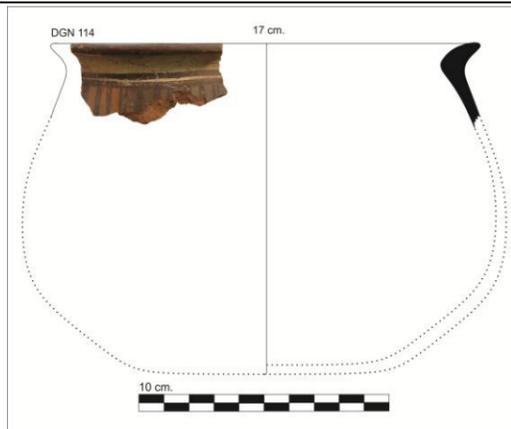
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, es parte de un cuerpo de una olla, tiene decoración bicroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Doméstico, es un cuerpo y borde de una olla, no tiene decoración. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G1.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Llano, forma parte de un cuerpo y labio de una olla. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



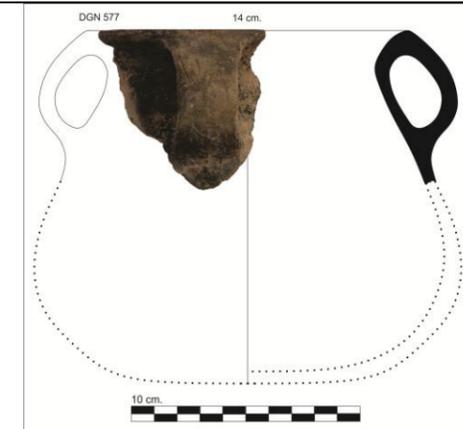
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo y labio de una olla, tiene decoración bicroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo de una olla, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo de una olla, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Doméstico, forma parte del asa y cuerpo de una olla. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo de una olla, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una olla G3.

CUENCOS



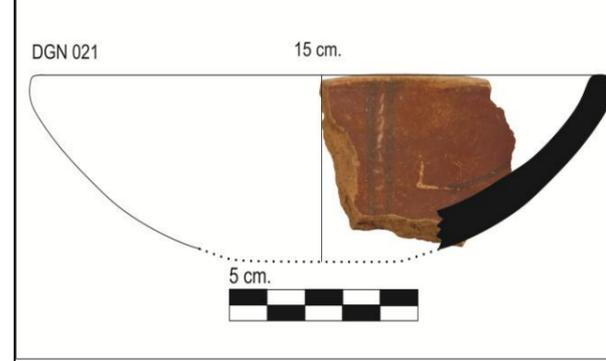
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo. Según a la clasificación de formas de los autores anteriormente mencionados sería indeterminado, el fragmento se asemeja a la clasificación de los cuencos.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo. Según a la clasificación de formas de los autores anteriormente mencionados sería indeterminado, el fragmento se asemeja a la clasificación de los cuencos.

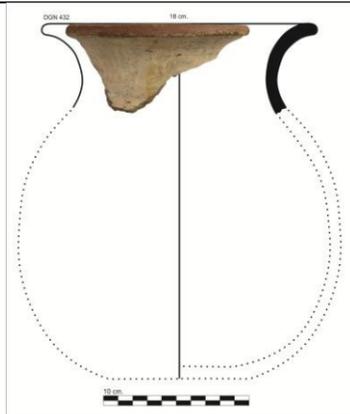


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo de un cuenco, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un cuenco K3.

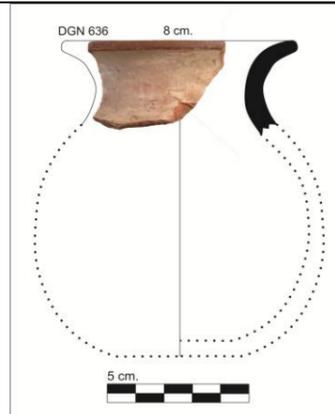


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de un cuerpo de un cuenco, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un cuenco K1.

JARRAS



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuello de una jarra, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D3.



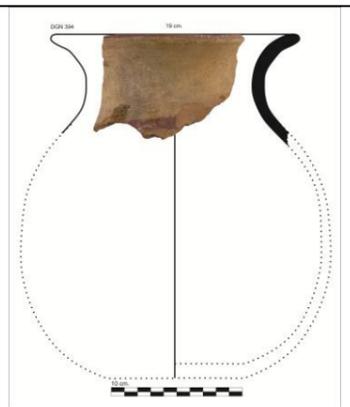
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuello de una jarra, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D3.



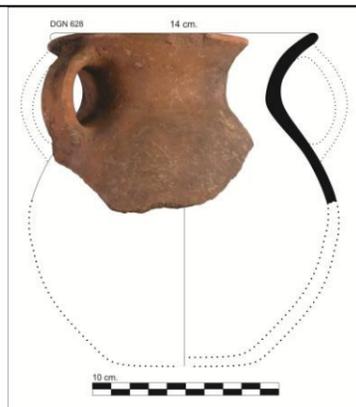
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuello de una jarra, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Llano, forma parte del cuello de una jarra, tiene decoración monocroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuello de una jarra, tiene decoración polícroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Llano, forma parte del cuello y asa de una jarra. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una jarra D1.

VASOS



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración monocroma. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.



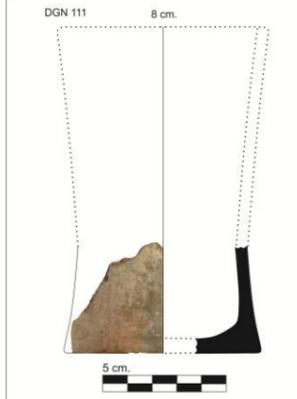
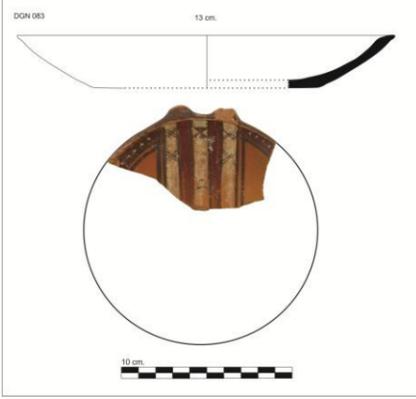
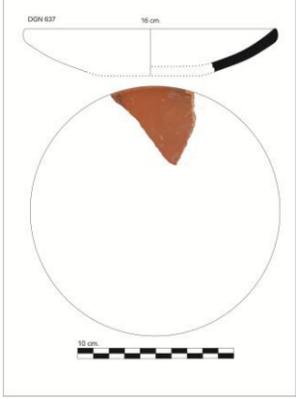
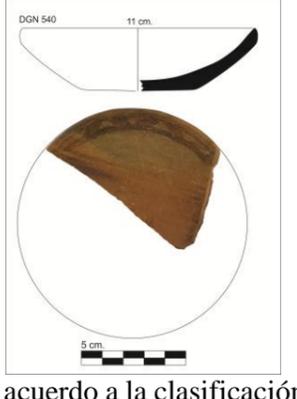
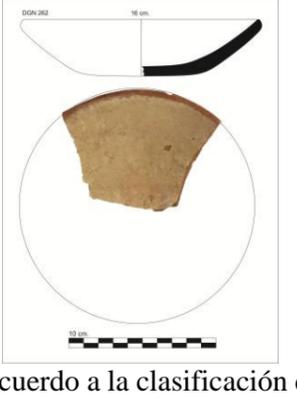
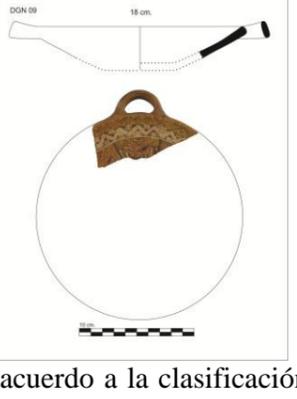
De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.

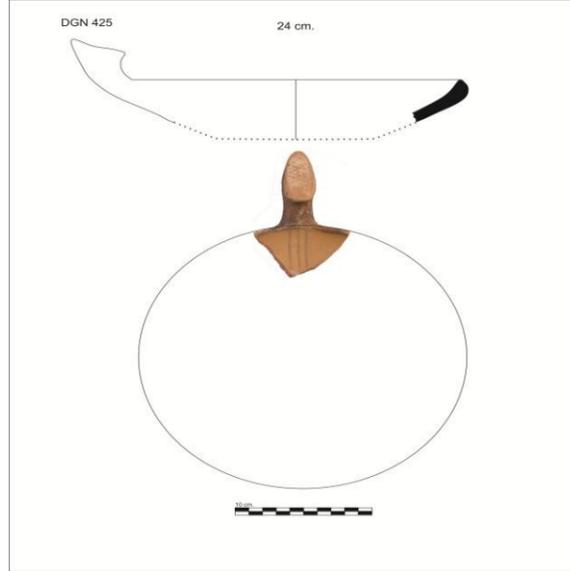


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.

| | | | | |
|---------------|---|---|---|---|
| |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte de la base de un vaso, tiene decoración polícroma, diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un vaso M1.</p> |
| PLATOS |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I2.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I6.</p> |
| |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I3.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.</p> |  <p>De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I3.</p> |



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I3.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I9.

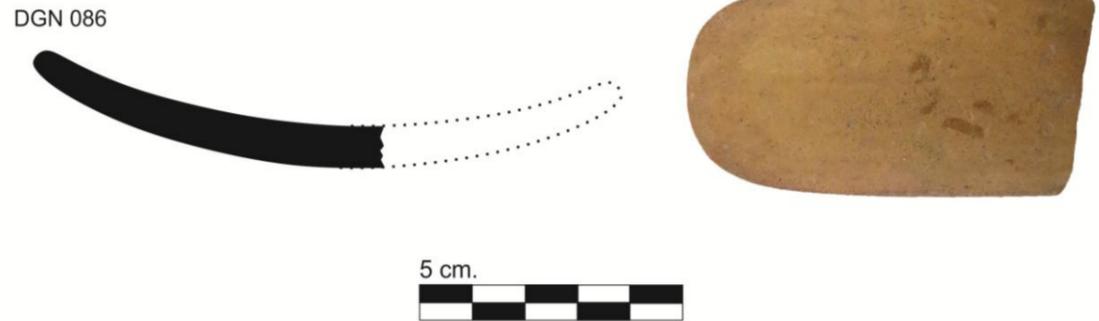


De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Polícromo, forma parte del cuerpo de un plato, tiene decoración polícroma y diseños geométricos. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería un plato I1.

FRAGMENTO



De acuerdo a la clasificación de John Rowe el fragmento es de estilo Inka Llano, forma parte del cuerpo de una cuchara. Tomando en consideración la clasificación de Yaneth Villacorta sería una cuchara L1.

Tomando en consideración la microscopía óptica, hasta el momento no se dio la creación de algún catálogo formal con imágenes de pastas que contengan las mediciones tanto de las inclusiones como los temperantes, de esta manera el presente proyecto aporta como el primer catálogo formal de imágenes de pastas de cerámica del sitio arqueológico de Silkinchani.

Observadas las pastas por Mdp y realizada la comparación del aspecto textural y de la composición estructural-mineralógica preliminar, se propone la existencia de 7 grupos: grupo 1: DGN-011; grupo 3: DGN-116; grupo 4: DGN-102; grupo 5: DGN-330; grupo 6: DGN-359; grupo 7: DGN-443; y el grupo 2, grupo mayoritario, que posee 7 pastas: DGN-014, DGN-030, DGN-081, DGN-088, DGN-154, DGN-498 y DGN-571. En este grupo, se ha identificado que los principales desgrasantes empleados fueron litoclastos – de origen volcánico– de composición intermedia (p. ej. rocas andesíticas, andesitoides).

A partir de la fluorescencia de rayos X, se logró agrupar el material cerámico según su naturaleza química. Se han identificado 7 grupos. El grupo 2 es el que posee la mayoría de pastas. Por la naturaleza de los desgrasantes, se puede proponer que se trataría de una fábrica local (es decir una producción del valle de Cusco).

Por otro lado, es posible señalar que, de forma general, se observa que todos los fragmentos de la muestra presentan buenos grados de cohesión y porosidades bajas. Las cerámicas del sitio de Silkinchani poseen, asimismo, buenos grados en lo que concierne el ordenamiento de granos, un tipo de cocción en mayoría homogéneo, y una abundancia (estimada) de inclusiones no plásticas que no asciende a 20 %.

Los fragmentos pacajes, sillustani y urcusuyu pueden diferenciarse de los otros fragmentos del Horizonte Tardío no solo a través de la forma y motivos que decoran los artefactos, sino a través de las informaciones obtenidas mediante microscopía digital y

análisis químicos. En relación a este último punto, la pasta del fragmento sillustani es rica en silicio y aluminio, y pacajes es una pasta rica en hierro. Por otro lado, el fragmento DGN-443 (fragmento de jarra sin decoración pintada) y el fragmento DGN-116 (fragmento de borde ¿acaso Chimú-Inca?) poseen características que no los hacen representativos de la mayoría de fragmentos de cerámicas inca del sitio de Silkinchani, al menos en la muestra seleccionada.

9.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Universidad renovar convenios con el Ministerio de Cultura, para así facilitar a los investigadores universitarios acceso al uso de los diferentes equipos dentro del Ministerio de Cultura, así como información de la institución.
- La muestra de 13 fragmentos es pequeña y por ende puede ser discutida, se considera un número muy representativo.
- Se considera a éste como piloto, por lo cual existe la necesidad de realizar un estudio a futuro con una muestra mucho más amplia.
- Muchos fragmentos no han podido ser analizados por Fluorescencia de Rayos X (pXRF), debido a sus geometrías y a la imposibilidad de fracturar, pulir o invadir los artefactos arqueológicos.

9. INVENTARIO DE BIENES CULTURALES MUEBLES INVESTIGADOS DE ACUERDO AL FORMATO PROPORCIONADO POR EL MINISTERIO DE CULTURA

Se adjunta en un CD.

10. PLAN DE DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN QUE CONTENGA LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, PRESENTACIONES EN EVENTOS, ACADÉMICOS, PRESENCIA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN, DIVULGACIÓN A LA COMUNIDAD, ENTRE OTROS, REALIZADO O POR REALIZAR

La tesis se difundirá de la siguiente manera, dejaremos ejemplares en los siguientes lugares:

Biblioteca de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Biblioteca del DDC Cusco.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Bishop, R. (1982). *Ceramic compositional analysis in archaeological perspective*. Boston: Southern Illinois University.
- Chapoulie, R., Del Solar Velarde, N., & Cantin, N. (2018). Cerámica. En R. Chapoulie, M. Sepúlveda, N. Del Solar Velarde, & V. Wright, *Arqueometría: Estudios analíticos de materiales arqueológicos* (pág. 669). Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw - Hill Interamericana.
- Ixer, R., Lunt, S., Sillar, B., & Thompson, P. (2014). Microscopic Rocks and Expansive Empires: Investigating Inca Ceramics from Cuzco, Peru. *Archaeology International*, 15.
- Lunt, S. W. (1987). *Cerámica Inca y pre Inca*. Londres: Universidad de Londres instituto de arqueología.
- Regert. (2006). *Physico, chimie des matériaux du patrimoine culturel*. Paris: Technique de L'Ingénieur.
- Rodas Téllez, R. (2002). *Metodología de la Investigación Social Cualitativa*. Kassel: Universidad Politécnica de Nicaragua.
- Roman Cutipa, N., Cruz Muñoz, J., & Trujillo Oquendo, P. (2014). *Informe Silkinchani*. Cusco: Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco.
- Shepard, A. (1956). *Ceramics for the archaeologist*. Washington: Carnegie Institution of Washington.
- Aitchison, J. (1986). *The statistical analysis of compositional data - Monographs on Statistics and Applied Probability*. London: Springer.

Bauer, B. (2002). Las antiguas tradiciones alfareras de la región del Cuzco. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas.

Druc, I. (2015). Ceramic Analysis in the Andes. Wisconsin: Deep University Press.

Druc, I. y Chavez, L. (2014). Pastas cerámicas en lupa digital. Wisconsin: Deep University Press.

Filzmoser, P., Hron, K., y Reimann, C. (2009). Univariate statistical analysis of environmental (compositional) data: problems and possibilities. *Science of the Total Environment*, 407(23), 6100-6108.

Hammer, Ø., Harper, D. y Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica*, 4 (1), 9.

Hunt, A. y Speakman, R. (2015). Portable XRF analysis of archaeological sediments and ceramics, *Journal of Archaeological Sciences*, 53, 1-15.

Picon, M. (2002). Les modes de cuisson, les pâtes et les vernis de la Graufesenque : une mise au point. In Genin, M., Vernhet, A. (ed.), *Céramiques de la Graufesenque et autres productions d'époque romaines. Nouvelles recherches. Hommages à Bettina Hoffmann*, Montagnac, 139-163.

**12. ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL PROCESO DE TRABAJO Y DE LOS
BIENES CULTURALES INVESTIGADOS**

Se adjunta en un CD.