

**ESCUELA SUPERIOR AUTÓNOMA DE BELLAS ARTES
“DIEGO QUISPE TITO” DE CUSCO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DIEGO QUISPE TITO
Vicerrectorado de Investigación
Facultad de Artes Visuales**



**Uso de ovoalbúmina como ligante de mortero cálcico aéreo en
restauración de pintura mural colonial: estudio de caso**

Asesor de Especialidad : Ing. CARLOS RAYMUNDO CANO NÚÑEZ
Asesor metodológico : Quím. TERESA DE JESÚS DÍAZ VERA

Trabajo de investigación presentado por:

WILFREDO TORRES CANDIA

Para optar a Título Profesional de Licenciado en
Conservación y Restauración de Obras de Arte

Cusco - 2021



Anexo N° 01

INFORME DE ORIGINALIDAD

EL QUE SUSCRIBE, ASESOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/TESIS TITULADO	
Uso de Ovaalbumina como ligante de mortero calcico a cargo en restauración de Pintura mural Colonial: Estudio de caso	
Presentado por:	Wilfrado Torres Candia
DNI, N°:	43513189
Para optar el título profesional/grado académico de:	Licenciado en conservación y restauración de obras de arte
Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por	(1) veces
Mediante el Software Antiplagio y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de	(12) %

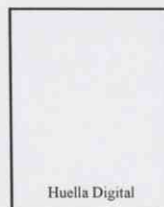
EVALUACIÓN Y ACCIONES DEL REPORTE DE COINCIDENCIA PARA TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN CONDUCENTES A GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL, TESIS

PORCENTAJE	EVALUACIÓN Y ACCIONES	Marque con una (X)
Del 1 al 25%	Nivel de similitud de fuente aceptable	X
Mas de 26 %	Devolver al usuario para las correcciones	

Por tanto, en mi condición de asesor metodológico, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 14 de 02 de 2025

Firma _____



Post firma _____

Apellidos y nombres

DNI, N°: 43513189

ORCID del Asesor 23997262

Se adjunta:

1. Reporte del porcentaje de coincidencias por el Sistema Anti plagio.
2. Reporte general de coincidencias por el sistema anti plagio en formato PDF

Uso de ovoalbúmina como ligante de mortero cálcico aéreo en restauración de pintura mural colonial: estudio de caso

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.international.icomos.org Fuente de Internet	9%
2	biblioteca.culturacusco.gob.pe:8080 Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
4	idus.us.es Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Nacional Diego Quispe Tito Trabajo del estudiante	<1%
6	dadospdf.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ulp.edu.pe Fuente de Internet	<1%

*A mis padres, quienes con humildad y
perseverancia me dieron el apoyo incondicional
para lograr este gran objetivo.*

*A mi hija Arianna por ser el motor y mi fortaleza
en la vida.*

A mi esposa Ross Mery por el apoyo moral.

RECONOCIMIENTO

Al entregar a la comunidad académica los resultados de mi trabajo de investigación debo reconocer que no hubiera llegado a este momento si no hubiera sido por nuestro Creador, quien me permite vivir un día más y poder realizar mis sueños.

Debo también rendir mi sincero agradecimiento a nuestra Pachamama y a los Apus quienes están presentes en mí.

El cariño sincero de mi familia es un don que me sustentó en todo momento y debo agradecerle por estar siempre en las buenas y en las malas.

A mis asesores, Químico-Conservadora & Restauradora Teresa de Jesús Díaz Vera e Ingeniero Carlos Raymundo Cano Núñez, por el apoyo incondicional y acompañamiento hasta la instancia en que me encuentro.

A los directivos, personal docente y administrativo de la Universidad Nacional Diego Quispe Tito de nuestra amada ciudad.

Gracias de corazón a todos ellos y si omito a alguno que me disculpe, pues la memoria es a veces frágil pero sus nombres están escritos en mi corazón.

Wilfredo Torres Candia

ÍNDICE GENERAL

RECONOCIMIENTO	3
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN PROPUESTA	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	25
2.2. BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN.....	27
2.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	29
2.4. MARCO LEGAL.....	42
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	47
CAPÍTULO III	51
ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.3. DEFINICIÓN DEL TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.5. TIPO DE MUESTREO Y MUESTRA	53
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	53
3.7. ORGANIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS	54
3.8. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN	54

<i>Variables</i>	54
CAPÍTULO IV	55
DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	55
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ENLUCIDO ORIGINAL 55	
4.2. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DEL MORTERO CÁLCICO.....	57
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS: ELECCIÓN DEL MORTERO DE REVOQUE PARA LA RESTAURACIÓN DE LA PINTURA MURAL SELECCIONADA.	99
CAPÍTULO V	104
CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA PINTURA MURAL DEL TEMPLO SAN SALVADOR – CUSCO	104
5.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL TEMPLO Y UBICACIÓN DE LA PINTURA MURAL.....	104
5.2 DESCRIPCIÓN ICONOGRÁFICA	109
5.3. PATOLOGÍAS Y LESIONES DE LA PINTURA MURAL	112
5.4 PROCEDIMIENTOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA PINTURA MURAL SELECCIONADA	112
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	137
LISTA DE REFERENTES	138
APÉNDICE A	142
REGISTRO GRÁFICO INICIAL DE LA PINTURA MURAL DEL TEMPLO PATRÓN SALVADOR DEL MUNDO – SAN SALVADOR – CALCA – CUSCO	142
APÉNDICE B	143
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL TEMPLO PATRÓN SALVADOR DEL MUNDO – SAN SALVADOR – CALCA – CUSCO	143
APÉNDICE C	144
2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA – MURAL	144

APÉNDICE D	145
ESQUEMA METODOLÓGICO SEGUIDO EN LA INVESTIGACIÓN...	145
APÉNDICE E.....	146
2 FICHA TÉCNICA DE LA PINTURA MURAL DEL TEMPLO PATRÓN SALVADOR DEL MUNDO – SAN SALVADOR – CALCA – CUSCO	146
APÉNDICE E.....	147
2 INDICADORES VISUALES DE ALTERACIÓN DE LA PINTURA MURAL DEL TEMPLO PATRÓN SALVADOR DEL MUNDO – SAN SALVADOR – CALCA – CUSCO.....	147

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1: Composición química del huevo de gallina, por 100 gramos
- Tabla 2: Clasificación de las cales
- Tabla 3: Dosificación para morteros de cal aérea
- Tabla 4: Cuadro de volúmenes y granos de arena
- Tabla 5: Sistema de variables de la investigación y operacionalización
- Tabla 6: Resultados del análisis estratigráfico y composicional.
- Tabla 7: Tabla de dosificación de M1
- Tabla 8: Contracción volumétrica de M1
- Tabla 9: Tabla de control de peso en el secado M1
- Tabla 10: Pérdida ponderal durante el secado de M1
- Tabla 11: Absorción de agua de M1
- Tabla 12: Tabla de resistencia al arranque M1
- Tabla 13: Tabla de dosificación de M2
- Tabla 14: Contracción volumétrica de M2
- Tabla 15: Control de peso en el secado de M2
- Tabla 16: Pérdida ponderal durante el secado de M2
- Tabla 17: Retención de agua de M2
- Tabla 18: Tabla de resistencia al arranque M2
- Tabla 19: Tabla de dosificación de M3
- Tabla 20: Contracción volumétrica de M3
- Tabla 21: Control de peso en el secado de M3
- Tabla 22: Pérdida ponderal durante el secado de M3
- Tabla 23: Retención de agua de M3
- Tabla 24: Resistencia al arranque M3
- Tabla 25: Tabla de dosificación de M4
- Tabla 26: Contracción volumétrica de M4
- Tabla 27: Control de peso en el secado de M4
- Tabla 28: Pérdida ponderal durante el secado de M4
- Tabla 29: Absorción de agua de M4

- Tabla 30: Resistencia al arranque de M4
- Tabla 31: Tabla de dosificación de M5
- Tabla 32: Cambio volumétrico de M5
- Tabla 33: Control de peso en el secado de M5
- Tabla 34: Pérdida ponderal durante el secado de M5
- Tabla 35: Retención de agua de M5
- Tabla 36: Resistencia al arranque de M5
- Tabla 37: Tabla de dosificación de M6
- Tabla 38: Contracción volumétrica de M6
- Tabla 39: Control de peso en el secado de M6
- Tabla 40: Pérdida ponderal durante el secado de M6
- Tabla 41: Absorción de agua de M6
- Tabla 42: resistencia al arranque de M6
- Tabla 43: Cuadro resumen de los resultados
- Tabla 44: Cuadro de dosificación para 53 ml
- Tabla 45: Dosificación para 1 galón.
- Tabla 46: Cuadro de test de solubilidad
- Tabla 47: Características de la obra a intervenir

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de obtención y uso de la cal

Figura 2. Clasificación de las cales de construcción

Figura 4: Selección de huevos

Figura 5: Separación de claras de huevos.

Figura 6: Hidratación de la cal

Figura 7: Tamizaje de la cal hidratada

Figura 8: Arena lavada

Figura 9: Tamizado de arena

Figura 10: Microscopio USB, molde y dimensión

Figura 11: Medida patrón utilizada para las mediciones.

Figura 12: Contracción volumétrica de M1

Figura 13: Pérdida de peso por secado M1

Figura 14: Pérdida ponderal durante el secado de M1

Figura 15: Retención de humedad de M1

Figura 16: Vista microscópica de M1

Figura 17: Contracción volumétrica de M2

Figura 18: Pérdida de peso por secado M2

Figura 19: Pérdida ponderal durante el secado de M2

Figura 20: Retención de agua de M2

Figura 21: Vista microscópica de M2

Figura 22: Contracción volumétrica de M3

Figura 23: Pérdida de peso por secado M3

Figura 24: Pérdida ponderal durante el secado de M3

Figura 25: Retención de agua de M3

Figura 26: Vista microscópica de M3

Figura 27: Contracción volumétrica M4

Figura 28: Pérdida de peso por secado M4

Figura 29: Pérdida ponderal durante el secado de M4

Figura 30: Retención de agua de M4

Figura 31: Vista microscópica de M4

- Figura 32: Contracción volumétrica M5
- Figura 33: Pérdida de peso por secado M5
- Figura 34: Pérdida ponderal durante el secado de M5
- Figura 35: Retención de agua de M5
- Figura 36: Vista microscópica de M5
- Figura 37: Contracción volumétrica M6
- Figura 38: Pérdida de peso por secado M6
- Figura 39: Pérdida ponderal durante el secado de M6
- Figura 40: Retención de agua de M6
- Figura 41: Vista microscópica de M6
- Figura 42: Vista general del templo Patrón Salvador del Mundo.
- Figura 43: Vista aérea del templo. Foto orto mosaico del templo
- Figura 44: Plano topográfico y distribución de los compartimientos del Templo
- Figura 45: Ubicación de la pintura mural en el plano de planta.
- Figura 46. Ubicación de la pintura mural en el recinto arquitectónico
- Figura 47: Descripción iconográfica primer cortinaje
- Figura 48. Descripción iconográfica segundo cortinaje
- Figura 49: Registro organoléptica de los deterioros.
- Figura 50: Registro general y de detalle del estado inicial
- Figura 51: Consolidación de estratos
- Figura 52: Perfilado de lagunas
- Figura 53: Consolidación de enfoscado
- Figura 54: Elaboración de mortero de barro
- Figura 55: Perfilado del embarre fatigado
- Figura 56: Aplicación del mortero de barro con las yemas del dedo
- Figura 57: Nivelación del embarre
- Figura 58: Tamizaje del hidróxido de calcio
- Figura 59: Lavado de arena
- Figura 60: Tamizaje de arena limpia
- Figura 61: Obtención de ovoalbúmina

Figura 62: Preparación del mortero cálcico

Figura 63: Aplicación del mortero cálcico con diversas espátulas

Figura 64: Enlucido final

Figura 65: Limpieza por sectores

Figura 66: Limpieza puntual por sectores

Figura 67: Diseño y restitución de formas

Figura 68: Restitución de policromía con la técnica del regatino

Figura 69: Vista general de la reintegración cromática

Figura 70: Trabajo final (Detalle)

Figura 71: Estado inicial de la pintura mural

Figura 72: Ubicación geográfica del templo patrón salvador del mundo

RESUMEN

En el trabajo de investigación titulado *Uso de ovoalbúmina como ligante de mortero cálcico aéreo en restauración de pintura mural colonial: Estudio de caso* se planteó como objetivo evaluar la formulación de morteros de cal aérea con ovoalbúmina como aditivo orgánico para su utilización en la restauración de pintura mural colonial en las que se ha empleado, y cuyo análisis de laboratorio permite identificarlo. La investigación se desarrolló con un enfoque mixto y diseño secuencial (CUAN-CUAL), siendo de nivel descriptivo y tipos aplicado. Se formularon seis morteros (M1, ...M6) para los que se manipularon las proporciones de los ingredientes con la finalidad de reconocer y medir sus propiedades físicas (contracción volumétrica, pérdida ponderal durante el secado, absorción de humedad, resistencia al arranque, textura y dureza final) se elaboraron cuatro probetas por mortero para los análisis respectivos, haciendo un total de 24. Se concluyó que el mortero M2 presentaba las mejores características para su utilización en la restauración del revoco superficial de la pintura mural del templo Patrón Salvador del Mundo, del distrito de San Salvador localizado de la provincia de Calca, Cusco (Perú). Para la selección se recurrió al juicio heurístico. Además, se describen las características de la pintura mural, en cuyo revoco o enlucido (intonaco) original se identificó el uso colonial de la ovoalbúmina, la iconografía, el estado de conservación y la secuencia de procedimientos llevados a cabo, como estudio de caso muestral.

Palabras clave: Ovoalbúmina, mortero cálcico, repello, dosificación, enlucido, cargas, pintura mural.

ABSTRACT

In the research work entitled *Uso de ovoalbúmina como ligante de mortero cálcico aéreo en restauración de pintura mural colonial: Estudio de caso* aimed to evaluate the formulation of aerial lime mortars with ovalbumin as an organic additive for use in paint restoration colonial mural in which it has been used, and whose laboratory analysis has allowed to identify it. The research was developed with a mixed approach and sequential design, descriptive and applied type. Six mortars (M1, ... M6) were formulated for which the proportions of the ingredients were manipulated to recognize and measure their physical properties (volumetric shrinkage, weight loss during drying, moisture absorption, tear resistance, texture, and final hardness) in four probes per mortar, making a total of 24. It was concluded that the mortar M2, presented the best characteristics for its use in the restoration of the surface plaster of the mural painting of the Patron Savior of the World temple, in the district of San Salvador located in the province of Calca, Cusco (Peru). Heuristic judgment was used for the selection. Also, the characteristics of the mural painting are described, in whose original plaster or plaster (*intonaco*) the colonial use of ovalbumin was identified, the iconography, the state of conservation and the sequence of procedures carried out, as a sample case study.

Key Words: Ovalbumin, calcium mortar, repello, plaster, dosage, loads, mural painting.

INTRODUCCIÓN

El uso del mortero cálcico en la restitución de repellos y enlucidos en el campo de la restauración de pintura mural de factura colonial en el Cusco (Perú), ha sido el material que más se ha usado por su naturaleza cercana con el original; no obstante las formulaciones propuestas en los últimos años han sido cuestionadas por las diversas reacciones patológicas que se evidencian en la superficie del material restaurado con el paso del tiempo, especialmente por el extenso uso del acetato de polivinilo que era uno de los ingredientes de las predichas formulaciones.

Por estas razones y motivado por la revaloración de las técnicas ancestrales y el desafío que me planteó la intervención para su recuperación la pintura mural del templo del Patrón Salvador del Mundo en el distrito de San Salvador (Calca–Cusco) es que surge esta investigación para retomar el conocimiento ancestral y formular un mortero cálcico ligado con ovoalbúmina para restituir repellos y enlucidos en pinturas murales coloniales. Formulación conocida como cal y canto.

La evaluación de las formulaciones se dio en seis dosificaciones, que fueron sometidas a una previa observación de sus características físico-químico con la intención de reconocer las posibles patologías que pudieran darse durante su uso en la intervención de la obra seleccionada.

La investigación se inició con la elaboración de testigos (probetas) de mortero cálcico ligado con ovoalbúmina en seis dosificaciones, los cuales fueron analizados con distintos instrumentos de medición como son: balanza de alta precisión, dinamómetro, vernier digital, microscopio digital, y otros instrumentos artesanales que fueron indispensables en la medición. Los testigos se realizaron en moldes de aluminio para luego dejarlas secar en un ambiente idóneo (sombra) para luego analizar con los instrumentos de medición.

Durante el ensayo se pudo analizar la contracción de volumen, para determinar la pérdida de masa en el secado, en relación a su volumen inicial, así como el análisis de retención de líquidos para determinar la cantidad de humedad

que el mortero pudiera absorber, también se evaluó la capacidad de adhesividad que pueda tener el mortero cálcico en el muro a restituir.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Desde los tiempos más remotos el hombre ha dejado evidencias de sus expresiones artísticas plásticas utilizando los muros como elementos rígidos y duraderos, sean de piedra (como en las cavernas o abrigos) o de adobe, ladrillo, sillarejo o piedra tallada.

Estos soportes, que cubiertos o no con mortero, son usados aún en el presente para manifestar por medio de la pintura mural las creencias, las experiencias de su contacto con el entorno, y que como manifestaciones culturales perduran y constituyen valiosas evidencias del pensamiento y espiritualidad humanos.

La decoración pictórica que se encuentra adscrita a una construcción, toma también el nombre de arte integrado, junto con otras manifestaciones artísticas que se emplearon para embellecer los espacios que los albergan.

En el Perú colonial, las manifestaciones artísticas en paramentos (término que también le da el nombre de arte parietal) fueron prolíficas, y los espacios religiosos -templos, catedrales, basílicas, capillas- fueron ampliamente utilizados y propicios para propósitos fundamentalmente de adoctrinamiento en la fe católica y embellecimiento para la mayor gloria de Dios.

La pintura mural en realidad lo que hacía era aumentar los valores artísticos de la arquitectura (Vallín, 2013).

Si bien el legado que se ha conservado hasta el presente es mucho, es conveniente notar que también se ha perdido en cantidades no conocidas debido a desastres naturales, el vandalismo, a las nuevas corrientes de modernización y aun a cambios de confesiones religiosas que guiados por los principios abrazados dejaban al abandono inmuebles que se desplomaban quedando en ruinas por la inacción e indiferencia de los lugareños.

El templo virreinal Patrón Salvador del Mundo, ubicado en el distrito San Salvador, provincia de Calca, región Cusco, alberga una serie de pintura mural que corresponde a la parte decorativa del templo.

La pintura mural de este templo está compuesta por íconos religiosos que hacen referencia a pasajes tomados de fuentes religiosas canónicas (Biblia) o apócrifas (Evangelios Apócrifos), y que en su momento cumplieron la función de adoctrinamiento en la religión católica a los pueblos indígenas que habitaban en la zona y en los anexos.

La pintura andina, como forma característica del arte colonial en los Andes centrales, constituyó un caso de arte primariamente simbólico. En los contornos de la forma de símbolos hierofánticos operaba un medio en el cual la exploración de la estructura fundamental del sentido por medio de la operación de ornamentación se ponía al servicio de la observación de la dimensión trascendente de la realidad. A modo de una estructura de comunicación intercultural, esta forma de organización de la comunicación por medio de imágenes hizo posible que se dieran sincretismos iconográficos y estilísticos, los cuales han sido el principal objeto de interés de la historia social de la pintura andina (Valenzuela, 2015).

Al ser arte integrado a una construcción y encontrarse sobre los muros, la pintura mural con el paso de tiempo enfrenta una serie de patologías que afectan su estructura física.

Los movimientos sísmicos, las sobrecargas en los techados, la humedad que asciende desde el suelo, y otras causas que afectan a las estructuras de los edificios, también se manifiestan a través de patologías y lesiones en la pintura mural que está integrada a esas estructuras.

La pintura mural del templo virreinal Patrón Salvador del Mundo no es ajena a los problemas estructurales. Se observa grandes pérdidas de morteros de junta entre los adobes y consiguientemente desprendimientos de las capas de enfoscados, por lo que es necesario intervenir con actividades de conservación y restauración.

Los morteros han perdido sus propiedades de adhesividad y consistencia y las pérdidas se observan como grandes lagunas que impiden una lectura icónica coherente debido a que las superficies de los adobes expuestos se superponen como grafemas protagónicos en el conjunto.

Estos problemas, que no son de presencia exclusiva en el templo de interés para esta investigación, desde la década de los setenta del siglo veinte, se han venido resolviendo en la región del Cusco con el uso de materiales sintéticos (como es por ejemplo el acetato de polivinilo (PVAc), que se adquiría con nombres de patente como Vinamul® en los años 70-80, o Mowilith DM5® posteriormente, resinas acrílicas (como el Paraloid B72®, Primal®) que en su momento constituyeron la solución perfecta y recomendada. Sin embargo, después de casi cuatro décadas de uso, el envejecimiento natural de estos polímeros de síntesis está planteando nuevos problemas y consiguientemente nuevos retos para su resolución.

Campo, Heredero & Nualart (2004) después de más de treinta años de uso del acetato de polivinilo (PVAc) en España señalan que:

La observación de las pinturas murales traspasadas con PVAc pone de relieve una serie de patologías distintas a las padecidas por pinturas murales (...), patologías que son atribuibles a la utilización y al proceso de envejecimiento y degradación del adhesivo vinílico.

En nuestra región y en el resto del mundo, se habla de una *plastificación de los estratos* de la pintura mural, con la inevitable pérdida de capacidad de la permeabilidad del muro al vapor de agua y otros gases propios del aire. En el lenguaje técnico, en una suerte de antropomorfismo, se entiende este problema como que el muro *no respira*.

La interacción química de estos polímeros sintéticos se manifiesta en los cambios de sus propiedades o especificaciones técnicas con las que son puestos en el mercado de materiales para la conservación y restauración del patrimonio cultural tangible: despolimerizaciones generando sales de los ácidos utilizados en su síntesis, amarillamiento que altera la cromaticidad de las capas pictóricas, marcada tendencia a la biotransformación por microorganismos merced a su constitución orgánica, insolubilidad de los coproductos de degradación, entre otros problemas.

Así, Campo, Ruiz, Alcobé, Nualart, Oriola & Mascarella, (2009) en sus investigaciones han encontrado que los dramáticos cambios de pH de PVAc

afectan a los morteros y enfoscados de carbonato de calcio, y argumentan que el “pH de este adhesivo en estado líquido es ácido con un pH 5, pero durante el proceso de formación de la película alcanza un pH de 7.8 y tras el envejecimiento acelerado el valor se reduce a un pH 7”.

Obviamente para esos cambios observados de acidez han tenido que producirse serios cambios químicos, y los virajes de escala ácida a neutra y luego a alcalina tienen necesariamente que alterar la estructura física de la obra de arte mural, debido a que en la región se usó cal para los enfoscados finos o enlucidos.

Los aspectos estéticos de la pintura mural con relación a la policromía también sufren alteraciones, y los autores antes citados dicen que “al inicio muestra una apariencia brillante y transparente, mostrando en un primer periodo de envejecimiento una tonalidad de pardo anaranjado casi oscuro.”

El uso de resinas naturales (dammar, almáciga, etc.) aunque más compatibles por su procedencia con la factura de la pintura en soporte de muro de adobe, también presenta problemas a causa de su natural envejecimiento. Las resinas cambian su composición química y consiguientemente sus propiedades ópticas, cambios que se materializan en fenómenos no deseados como el amarilleo, desarrollo de patrones de craqueladuras, su creciente fragilidad y alterando sus índices de solubilidad. Por lo dicho antes, se entiende que hay reacciones químicas no deseadas, pero que inevitablemente se dan a causa de los procesos de decaimiento de la materia.

Manifestaciones culturales con muchos siglos de antigüedad están volviendo a atraer la atención de los investigadores, su permanencia en el tiempo hace que estos investigadores se cuestionen sobre las técnicas usadas por sus primigenios creadores.

El uso de morteros cálcicos durante el imperio romano, es un caso que ha sido ampliamente abordado y que se muestra promisorio como solución cuando se presenta necesidad de la utilización de morteros cálcicos.

Por las razones expuestas es necesario investigar en nuestro pasado y retomar las recetas de los ancestros que tan buenos resultados muestran hasta estos días.

No se puede seguir utilizando técnicas que fueron importadas, tal como la formulación de morteros cálcicos con áridos de arena y ligados con PVAc para el repello y restitución en pintura mural andina. Por años se han vulnerado los principios teóricos y filosóficos que sustentan la conservación y restauración del patrimonio cultural con la consiguiente pérdida de los valores que hicieron que se reconocieran como bienes de interés cultural.

Los conservadores y restauradores del Cusco, están tomando conciencia de la necesidad de investigar y retomar recetas tradicionales y luego de analizadas, reutilizarlas en cuanto sea posible.

En la investigación presente, se plantea como objetivo el estudio de morteros cálcicos en cuyas formulaciones se usa ovoalbúmina (y debo aclarar propiamente la clara de huevo en la que se encuentra) como aglomerante o ligante. Ensayos exploratorios que, como resultado de los análisis químicos de los revoques estudiados, llevé a cabo en muro de pruebas han mostrado la prometedora factibilidad de uso en la conservación y restauración de la pintura mural del templo virreinal de San Salvador – Calca – Cusco.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿En qué medida es posible formular morteros de cal aérea con ovoalbúmina como ligante para su utilización en la restauración de pintura mural colonial?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuáles son las características técnicas del enlucido de la pintura mural en estudio y cuyo conocimiento permita plantear su formulación para su utilización?

¿Cuáles son las proporciones ideales de los agregados para la elaboración de morteros cálcicos aéreos ligados con ovoalbúmina para la restauración de pintura mural colonial?

¿Qué características presentan las propiedades físicas de los morteros cálcicos aéreos ligados con ovoalbúmina que hacen recomendable su uso en la restitución de repellos y enlucidos para la restauración de pintura mural colonial?

¿Cuál es el mortero cálcico aéreo ligado con ovoalbúmina idóneo para la restauración de pintura mural colonial del Templo Patrón Salvador del Mundo – Calca – Cusco?

1.3. *Objetivos de la investigación*

1.3.1. Objetivo general.

Formular morteros de cal aérea con ovoalbúmina como ligante para su utilización en la restauración de pintura mural colonial.

1.3.2. Objetivos específicos.

Identificar las técnicas del enlucido de la pintura mural en estudio y cuyo conocimiento permita plantear su reformulación para su utilización.

Formular morteros cálcicos aéreos con ovoalbúmina considerando las proporciones de sus agregados para la restauración de pintura mural colonial.

Medir las propiedades físicas de los morteros cálcicos aéreos aglutinados con ovoalbúmina mediante pruebas de contracción o retracción volumétrica, pérdida y retención de humedad, resistencia al arranque, textura y dureza para la restauración de pintura mural colonial.

Seleccionar la formulación idónea del mortero cálcico aéreo aglutinado con ovoalbúmina para la restauración de pintura mural colonial del Templo Patrón Salvador del Mundo – Calca – Cusco.

1.4. *Justificación e importancia de la investigación propuesta*

Siguiendo a Córdova, (2017, pp. 40-43) se reconocen las siguientes justificaciones:

1.4.1. Justificación teórica.

La investigación propuesta es importante porque se pretende revalorar una técnica tradicional, empleada aún en el tiempo de desarrollo cultural romano para la construcción de sus puentes, canales y que con el transcurso del tiempo ha demostrado su eficacia, pero que lamentablemente fue dejada de lado para ser reemplazada por técnicas en las que usan materiales semisintéticos (v.g. cemento Portland) o sintéticos (v.g. hidrofugantes acrílicos), que al inicio mostraban excelentes condiciones, pero que al envejecer plantean serios problemas de conservación, tales como la irreversibilidad, moderada o marcada

impermeabilización de los muros, alteración cromática debido a los cambios de acidez, generación de sales que se manifiestan como eflorescencias o subeflorescencias, e incrementando la actividad de microorganismos.

1.4.2. Justificación práctica.

La existencia de evidencias arquitectónicas en las cuales se ha usado morteros de calcio aglutinados con ovoalbúmina, tal como el puente Carlos V de Paucartambo (Cusco) y que exhiben las propiedades logradas y servirán de testigos de comparación visual para esta investigación. Adicionalmente, se argumenta a favor de esta investigación la fácil disponibilidad de los materiales, de uso frecuente en casa y construcciones: cal, arena y huevos.

1.4.3. Justificación legal.

También, legalmente se ve sustentada porque desde instancias internacionales se busca estimular la investigación y recuperación de las técnicas ancestrales de probada eficacia.

1.4.4. Justificación metodológica.

Esta investigación orientará a los investigadores en conservación y restauración a valorar la importancia de los exámenes científicos previos de las manifestaciones culturales, para que tomando en cuenta las composiciones y características de los materiales empleados puedan tomar a futuro decisiones compatibles con la naturaleza del objeto restaurable.

1.5. *Limitaciones de la investigación*

Siempre siguiendo a Córdova, (2017, pp. 44-48), se consideran las siguientes limitaciones:

1.5.1 Limitación temporal.

Debido a que compartí el tiempo de investigación con mis obligaciones laborales, la investigación se realizó los fines de semana y durante las vacaciones.

1.5.2 Limitación económica.

El financiamiento para esta investigación fue asumido por el investigador.

1.5.3 Limitación bibliográfica.

No se tuvieron inconvenientes para la consulta en bibliotecas y repositorios digitales, sin embargo, son escasas las publicaciones de las investigaciones sobre los morteros cálcicos aéreos con aditivos orgánicos.

Esponda (2010) es citado por Santos, Carrascosa y Martínez (2017, p. 27) recordando que aquel sostenía que:

El patrimonio arqueológico que ha perdurado in situ hasta nuestros días frecuentemente ha sido restaurado y puesto en valor mediante materiales procedentes del campo de la Arquitectura Moderna y Postmoderna. La intervención de yacimientos con materiales como el hormigón armado o el cemento, han originado daños irreversibles en las estructuras arqueológicas debido a su incompatibilidad físico-química con los materiales originales. Por otro lado, la introducción de técnicas actuales en la rehabilitación del patrimonio histórico en general, también ha supuesto importantes transformaciones como el abandono de los materiales tradicionales como la piedra, el ladrillo o los morteros de cal, y el olvido de cómo construir y restaurar con ellos (Esponda, 2010: 39).

Esta afirmación se ve corroborada por la falta de publicaciones sobre el tema de interés en esta investigación.

1.5.4 Limitación de extensión.

Los resultados de esta investigación servirán para orientar futuras investigaciones respecto a los procedimientos en restitución de revoques de cales aéreas en pintura mural colonial. Sin embargo, los resultados obtenidos solo se aplicaron para la intervención de la pintura mural en estudio en la cual se demostró su utilización.

1.5.5 Limitación de cobertura.

Todas las dimensiones de las variables han sido tomadas en cuenta para esta investigación.

1.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación fue factible porque:

A. Acceso: Se tuvo el permiso y facilidades para el desarrollo del proyecto de investigación en el Templo Virreinal Patrón Salvador del Mundo de la provincia de Calca, distrito de San Salvador.

B. Disponibilidad de materiales: El bajo costo de la ovoalbúmina (huevos), cal y áridos facilitaron la ejecución del proyecto.

C. Infraestructura: Se tramitó el apoyo de los laboratorios o talleres que han venido colaborando con las investigaciones del tesista de la carrera profesional de Conservación y Restauración de Obras de Arte, además de las facilidades del laboratorio y talleres de la carrera profesional en la Universidad Nacional Diego Quispe Tito.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones a nivel internacional.

Bandín, De Lara, Arizzi & Pardo (2018) reportan los resultados de su investigación durante las VI Jornadas FICAL. En la ponencia titulada “Aditivos de origen natural: su influencia en la reactividad y propiedades de morteros de cal aérea e hidráulica” (p. 221) refieren que el interés por evaluar aditivos naturales en los morteros cálcicos está siendo retomada con fuerza. La investigación de la que dan cuenta es experimental.

Durante su investigación demostraron que las propiedades viscoelásticas de los aditivos estudiados y su eficaz comportamiento para el control de las propiedades reológicas de las pastas de cal no siempre pueden inducir a considerar que tales aditivos sean considerados adecuados para controlar la retracción volumétrica, por lo menos en las dosificaciones en las que los investigadores experimentaron.

También concluyeron que tres polisacáridos evaluados (Agar-Agar, alginato y hialuronato sódicos) no alteraban los procesos de carbonatación y fraguado de cales aérea e hidráulica, y sostienen que es un “ aspecto que es importante tener en cuenta cuando se emplean sustancias orgánicas de origen natural en la elaboración de morteros de cal.” (pp. 224-225)

Rodríguez (2016) en su tesis de maestría por la Universidad Autónoma de Aguas Calientes de México, titulada “Caracterización del comportamiento físico-mecánico de morteros de cal hidratada dosificados con aditivos orgánicos”, se plantea como objetivo general “analizar y caracterizar el comportamiento físico-mecánico de los morteros de cal hidratada dosificados con aditivos orgánicos” (p. 13). Para lograr el objetivo realizó un estudio comparativo de tres aditivos (clara de huevo, sangre bovina y la miel). Los morteros formulados fueron evaluados antes y después de su secado en sus propiedades de fluidez, viscosidad en el primer momento y módulo de elasticidad, resistencias a la flexión y compresión,

densidades aparente y relativa y avance al frente de carbonatación en el segundo. Su investigación fue abordada con un enfoque descriptivo.

Concluyeron que los tres aditivos estudiados (miel, sangre bovina y clara de huevo) incrementaron las viscosidades de la pasta de cal.

Es oportuno recordar en este punto, que los conservadores y restauradores valoran, efectivamente la trabajabilidad de la cal antes de comenzar su aireación, es decir cuando se encuentra como pasta fresca.

Usedo (2015) como proyecto final de maestría se propone como objetivo realizar una investigación documental y titula su reporte “Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico” por la Universidad Politécnica de Valencia (España). Su objetivo es revalorar el aporte de los *calciner* y llamar la atención sobre el uso ancestral de los morteros de cal.

Concluye que lamentablemente la utilización de la cal se ha ido olvidando y que prácticamente se la emplea solo en restauración de patrimonio cultural construido. Finaliza su trabajo con el siguiente comentario:

Con este trabajo quiero despertar dicho entusiasmo por este material que fue, es y será imprescindible en nuestras vidas. Intentando explicar de forma clara los tipos, utilidades y combinaciones posibles para poder entender con un poco más de claridad el complejo mundo de la Cal. Mediante las fichas técnicas intento que alguien sin mucha experiencia en esta rama sea capaz de saber qué tipo de cal y como ha de utilizar en cada técnica constructiva. (Usedo, 2015, p. 143)

2.1.2. Investigaciones a nivel nacional.

Pereda (2017) titula su investigación “Efecto de la clara de huevo en la resistencia a la compresión y capilaridad del mortero de cemento, arena y cal – Trujillo 2017” que desarrolla para obtener el título profesional de ingeniero civil por la Universidad César Vallejo, Perú.

Plantea como objetivo general “Evaluar el efecto de la clara de huevo en la resistencia a la compresión y capilaridad del mortero de cemento, arena y cal.” Refiere que utilizó “el diseño experimental con estímulo creciente con post prueba únicamente y varios grupos.” (p. 25)

En la discusión de los resultados comenta que el empleo de la clara de huevo que se adiciona a la cal mejora la adherencia del mortero al muro, citando el trabajo de Alvarado (2008), observa que su investigación concuerda con la de este autor en cuanto a la mejora de la adherencia del mortero cálcico. (Pereda, 2017, p. 72)

Se observa que Pereda hace adiciones del 2, 3, 5, 7 y 9% de clara de huevo en sus probetas de ensayo que ensaya a los 14 y 28 días.

Concluye que el 2% de adición de clara de huevo “generó la mayor resistencia a compresión (395.1 kg/cm²), ensayada a los 28 días de edad; en comparación al mortero patrón (297.44 kg/cm²)” (Pereda, 2017, p. 73)

Respecto a la capilaridad, propiedad directamente relacionada con la absorción y retención de humedad, concluyó que “cabe resaltar que el porcentaje óptimo a utilizar es el 2%, porque genera mayor resistencia y disminuye la capilaridad. (Pereda, 2017, p. 73)

2.2. Bases teórico-científicas que sustentan la investigación

2.2.1 Principio fisicoquímico que sustenta el uso de la cal en revoques de pintura mural.

La cal como conglomerante en la formulación de morteros cálcicos aéreos, se obtiene a partir de las piedras calizas (carbonatos de calcio con pureza >95%) o dolomías que son sometidas a calcinación en hornos denominados caleras, y a temperaturas de 900°C.

Durante el proceso térmico de descomposición se produce la descarbonatación dando lugar al óxido de calcio, comúnmente denominado *cal viva*.

La cal para su uso es transformada en una pasta untuosa con la adición de agua, que responde a la naturaleza química del hidróxido de calcio (Ca(OH)₂)y que al interactuar con el dióxido de carbono (CO₂) del aire se endurece carbonatándose; recuperando de esta manera su formulación original.

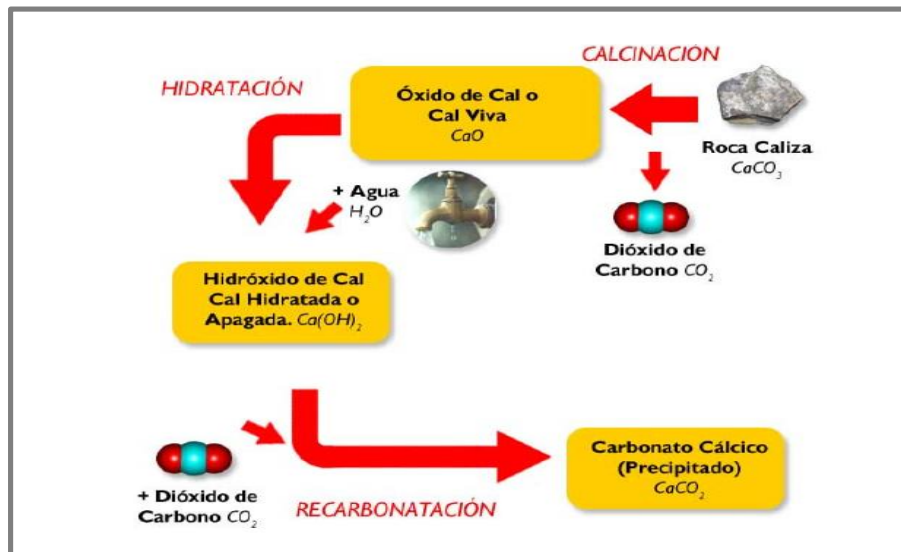
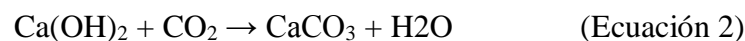
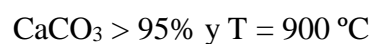


Figura 1: Proceso de obtención y uso de la cal
Fuente: López, E. Guía práctica para los morteros de cal. Ancade. España, ppt.

Las reacciones químicas que se dan en el proceso son las siguientes:



Fuente: López, E. Guía práctica para los morteros de cal. Ancade. España, ppt.

La carbonatación se da desde la superficie hacia dentro, conservando un núcleo húmedo (le confiere sus propiedades de transpiración y plasticidad) convirtiéndose con el tiempo en una costra pétreo de carbonato cálcico, similar a la piedra original, con menos impurezas.

Además, se optimiza el comportamiento de retracción que se traduce en una disminución de la tendencia a la fisuración. Si un revestimiento en estado fresco se recubre con un papel o con una lámina de plástico no tiene lugar la carbonatación.

La adición de la ovoalbúmina durante el proceso descrito en la relación estequiométrica (ecuación 2) tiene la finalidad de aumentar la plasticidad de la masa, y la facilidad de su aplicación.

2.3. Fundamentos teóricos

2.3.1 Ovoalbúmina: Proteínas del huevo.

Huevos.

De la misma manera que la leche representa el alimento específico del mamífero recién nacido, el huevo representa el alimento completo y específico para el desarrollo del embrión de las aves.

Los huevos de las diferentes aves tienen una composición media muy semejante, pero en esta investigación se usaron huevos de gallina por su mayor disponibilidad en el mercado, y al que se hará referencia exclusivamente en el desarrollo de este reporte.

Tabla 1

Composición química del huevo de gallina, por 100 gramos

Constituyente	Unidad	Huevo entero	Yema
Agua	g	74.00	49.40
Proteínas	g	12.80	16.30
Grasas	g	11.50	31.90
Hidratos de carbono	g	0.70	0.70
Calcio	mg	54.00	147.00
Fósforo	mg	210.00	586.00
Hierro	mg	2.70	7.20
Tiamina	mg	0.12	0.32
Riboflavina	mg	0.34	0.52
Ácido nicotínico	mg	0.10	
Ácido ascórbico	mg	0.00	0.00
Vitamina A	U.I.	1140.00	3200.00

Fuente: (Deulofeu & Marenzi, 1960, p. 752)

Albúminas: Ovoalbúmina.

Las albúminas son las sustancias proteicas que, con las globulinas y las proteínas vegetales son solubles en alcohol, constituyen los grupos de proteínas nativas simples más importantes cuantitativamente. Las albúminas predominan en los organismos animales y en cambio son raras en los vegetales.

Se diferencian de las globulinas, de las cuales van frecuentemente acompañadas, por su solubilidad en agua destilada y su comportamiento frente a sus sales.

Esta facilidad de disolución de las albúminas coincide con su menor precipitabilidad por las sales, pues para hacerlo desde sus soluciones son necesarias concentraciones de sulfato de amonio al 50% y su precipitación se produce solo a saturación. Si bien son proteínas globulares cuya molécula, de peso relativamente bajo, es más simétrica que las moléculas de las globulinas. Coagulan fácilmente por el calor y su punto isoelectrico está en la zona ácida débil. Químicamente, es característico su bajo contenido en glicocola.

Sus representantes principales en los animales son la seroalbúmina, la ovoalbúmina y la conalbúmina. La ricina, extraída de la semilla de ricino, es una albúmina de origen vegetal. (Deulofeu & Marenzi, 1960, pp. 178-183)

La **ovoalbúmina**, nombre compuesto por el prefijo ovo de huevo, y albúmina; es la proteína que se encuentra en el huevo constituyendo el 60 – 70% de la porción del huevo de las aves, conocida como *clara de huevo*.

Ha sido obtenida al estado macrocristalino. Coagula a 56°. Los cristales no son homogéneos y están formados por lo menos por dos proteínas muy semejantes. Contiene fósforo (0.10-0.13%) e hidratos de carbono (1.8%) entre las cuales se han caracterizado manosa y glucosamina, que por fermentación pueden oscurecer.

La ovoalbúmina está acompañada de otra proteína, denominada *conalbúmina*, que representa 9–13% de la proteína de la clara de huevo y que se ha obtenido también al estado macrocristalino sin contenido de hidratos de carbono, y posee la propiedad de formar complejos con metales, en especial el hierro. El punto isoelectrico de la ovoalbúmina es de 4.6 – 4.8

La clara de huevo, que constituye los dos tercios de la porción comestible, es esencialmente una solución acuosa con 10% de proteínas.

En esta parte del huevo se encuentran dos mucoproteínas, el *ovomucoide* (α -ovomucoide) en concentración de 13% de las proteínas totales y la *ovomucina* (β -ovomucoide), en concentración del 2–3%. Contiene, además, una proteína con actividad enzimática, la *lisozima*, semejante a la que existe en la secreción lacrimal. Esta tiene acción desintegrante (lisis) sobre microorganismos. Su concentración es de alrededor de un 3% de las proteínas de la clara de huevo.

La clara de huevo prácticamente no contiene lípidos ni hidratos de carbono. Su contenido en minerales es inferior al de la yema.

Bacterias en la clara de huevo.

Es de interés conocer esta información, por cuanto se propone el uso de la ovoalbúmina en la formulación de morteros cálcicos, y en una primera aproximación a su comportamiento frente a microorganismos cualquier persona puede mostrarse reacia a su uso pensando que puede pudrirse y afectar la pintura mural.

La información sobre la presencia de bacterias en la clara de huevos es de gran controversia. Los investigadores que no han encontrado actividad bacteriana en la clara de huevo asumen que esta parte posee acción bactericida. Tanner (s.f., pp. 923–924) sostiene que durante los ensayos conducidos por muchos investigadores, se inocularon tubos de prueba con bacterias potencialmente patógenas e incubadas para su desarrollo. Al término del proceso las observaciones microscópicas demostraron que no había actividad bacteriana. Aún el prestigioso Fleming demostró que la clara de huevo contiene una sustancia de acción bacteriolítica, bactericida y bacterioestática.

A esa sustancia se le denominó *lisozima*, que resiste la digestión péptica y trípica y aún inyectada por vía endovenosa mostró marcado poder antibacteriano después de varias horas. Las bacterias se descomponen o disuelven por acción de la lisozima merced a su acción despolimerizante específica sobre la pared celular (Salle, 1995, p. 85).

El poder germicida de la clara de huevo está marcadamente influenciado por la concentración del pH, factor importante en la preservación de estas propiedades.

Punto isoeléctrico de las proteínas.

Salle (s.f., pp. 62, 230) recuerda que, según la teoría clásica, el punto isoeléctrico puede definirse como el pH con el cual un compuesto anfótero ofrece la mínima disociación o en otros términos, el punto (pH) en que la máxima parte del compuesto de referencia se halla sin ionizarse o en estado molecular.

En oposición a esta teoría, existe el planteamiento del ión ambiguo (*zwitter ion*) que sostiene que el punto isoeléctrico corresponde al pH en que los grupos ácidos y básicos del cuerpo anfótero se hallan totalmente ionizados o disociados. En el lado ácido del punto isoeléctrico, el compuesto reacciona como una base, y en el lado básico procede como si fuera un ácido.

2.3.2 Mortero: principios generales.

Definición.

El término mortero deriva del vocablo latino *mortarius*, recipiente en el que se amasaban y transportaban la cal y la arena en la antigua Roma.

Acosta, Herrero, Ramón, Rosell & Sanz, (s.f.) lo definen así: “Un mortero de cal es una mezcla de uno o más conglomerantes (uno de ellos siempre es la cal), áridos, agua y a veces adiciones y/o aditivos. (p. 9)

Su uso tiene como función unir entre sí piedras o ladrillos, alisar superficies y proteger paramentos.

Breve antecedente histórico.

El origen del mortero se da cuando el hombre descubre la utilización de la cal y del yeso, aunque la fecha es casi imposible de ser precisada, puede inferirse que se habría dado cuando el hombre conoce el fuego y aprende a manipularlo.

Hallazgos de morteros en yacimientos neolíticos evidenciarían que el hombre de entonces conocía la cal y cómo obtenerla. En culturas posteriores el uso de morteros se fue popularizando y perfeccionando. Las formulaciones se hacían más complejas, pues se observa que ya no eran solo de cal, sino que iban añadiendo otros materiales que más adelante se denominaron áridos, debido a su inercia química en la composición del mortero.

Los morteros del imperio romano han sido ampliamente estudiados y en ellos se reconoce la gran calidad en sus formulaciones, que han trascendido en el tiempo. Sin embargo, no se ha datado con precisión el comienzo del uso del mortero de cal, “pero, fueron capaces rápidamente de perfeccionar y transmitir por todo el imperio los procesos de fabricación de la cal y puesta en obra del mortero (...) Pero lo extraordinario de la calidad de los morteros romanos, se debía al cuidado con el que elegían y mezclaban sus constituyentes, la perfecta cocción y

apagado de la cal, la homogeneidad de la mezcla y su puesta en obra.” (Más & Barbera, 2006, pp. 41-42)

Sin bien se tienen reportes de investigación sobre el uso de la cal para morteros en el Perú prehispánico, estos no corresponderían a los usados en tiempo de la construcción y ornamentación de los templos coloniales.

Morteros cálcicos aéreos: composición.

El mortero motivo de estudio en esta investigación comprende cuatro componentes de origen natural que se mezclan para obtener la masa deseada para su uso. Para esto se requiere:

1) Conglomerante. Pitarch et al. (2003) citado por Más i Barbera (2006, p. 63) sostiene que los conglomerantes cumplen una doble función, por un lado, la función física de adherirse a la superficie de las partículas/árido a las que debe unir, así como, rellenar los huecos entre las partículas de árido, y otra, la función química de polimerizar o combinarse con el disolvente formando una serie de compuestos químicos capaces de conformar una estructura, conseguir la adherencia y desarrollar una elevada resistencia.

El conglomerante consiguientemente unirá partículas o fragmentos de las sustancias que se usan en la composición de un mortero, y para hacerlo sufrirá cambios quimioestructurales. Son ejemplos muy conocidos la cal, el yeso, resinas, aceites secantes.

En esta investigación interesa conocer más sobre la cal que se usará para la formulación de morteros cálcicos aéreos.

2) Árido. Carga inerte cuya morfología, granulometría y porosidad son de interés para las propiedades finales del mortero. Su empleo tiene la finalidad de aumentar el volumen al rellenar y estabilizar la masa disminuyendo la contracción del conglomerante al término del proceso de su endurecimiento. Para que un árido actúe como tal se necesita que sea químicamente inerte, por lo que para evitar posibles interferencias debe estar muy limpio y desprovisto de cualquier sustancia extraña. Los áridos naturales más conocidos y tradicionalmente usados son la arena, piedra chancada, y otros orgánicos, como pelos de animales domésticos o humanos.

En esta investigación interesa conocer más sobre la arena que se usará para la formulación de morteros cálcicos aéreos.

3) Aditivo activo que actúa como modificador del fraguado, color, resistencia a acciones fisicoquímicas y reología de la masa del mortero. Suele ser de distinta naturaleza en concordancia con la propiedad del mortero que se quiere modificar. Este componente también incorpora la clase fungicida cuando es necesario controlar la actividad microbiana.

En esta investigación interesa conocer más sobre la ovoalbúmina que se usará para la formulación de morteros cálcicos aéreos.

4) Disolvente: que en esta ocasión es el agua, que debe estar limpia, y presentar una baja o nula dureza.

El mortero requerido estará compuesto de los siguientes materiales:

Conglomerante: Cal.

Cales aéreas. Producidas por la calcinación de calizas o dolomías, constituidas por óxido o hidróxido de calcio y/o magnesio. Carecen de propiedades hidráulicas y no son susceptibles de endurecer bajo el agua.

Respetar todos los criterios generales de biocompatibilidad: biodegradable, componentes de origen natural, durabilidad, mantenimiento fácil y reducido, higiénico, transpirable y absorbe el dióxido de carbono.

Cales vivas (Q): compuestas por óxidos de calcio y de magnesio

Cales hidratadas (S): resultantes del apagado de las cales vivas, compuestas por hidróxidos de calcio y magnesio.

Las cales vivas e hidratadas son:

Cales cálcicas (CL): Calcinación de rocas calizas puras, riqueza en calcio > 95%, (componente fundamental CaO y MgO < 5 %)

Cales dolomíticas (DL): Calcinación de piedras dolomíticas que contienen magnesio (MgO > 5 %)

Tabla 2:
Clasificación de las cales

Cales aéreas	Cálcicas. Calcinación de rocas calizas puras >95% de riqueza en calcio
	Dolomíticas. Calcinación de rocas dolomíticas que contienen magnesio
Cales hidráulicas	La piedra calcinada contiene arcillas ricas en sílice, aluminio y hierro, estas endurecen con el agua. Tradición francesa. Contiene más impurezas y es de menor blancura

Fuente: López, E., Responsable Técnica ANCADE, guía para los morteros con cal, p. 12

La calcinación no debe prolongarse demasiado en el horno, porque de lo contrario, el carbonato cálcico se combina con las demás sustancias que contiene y entonces la cal resultante carece de sus buenas calidades y se hace impropia para emplearla en las construcciones, y se dice que es *mala cal* por estar pasada ó quemada.

La cal al salir del horno es *caústica*, es decir, que produce una sensación como de quemadura si se la toca con la lengua, llamándosela *cal viva*; absorbe con gran rapidez y ruido, el agua, desarrollando bastante calor y desprendiendo un humo blanco (se produce una reacción química exotérmica); después se hincha, agrieta y desmorona, reduciéndose a polvo fino y seco que es la *cal apagada*.

Las cales se dividen en dos grandes grupos, a saber: *cales aéreas o comunes* y *cales hidráulicas*. Las *cales aéreas* son todas aquellas que suspendidas en el agua no se endurecen *fragan*, pueden ser *grasas* y *áridas secas*.

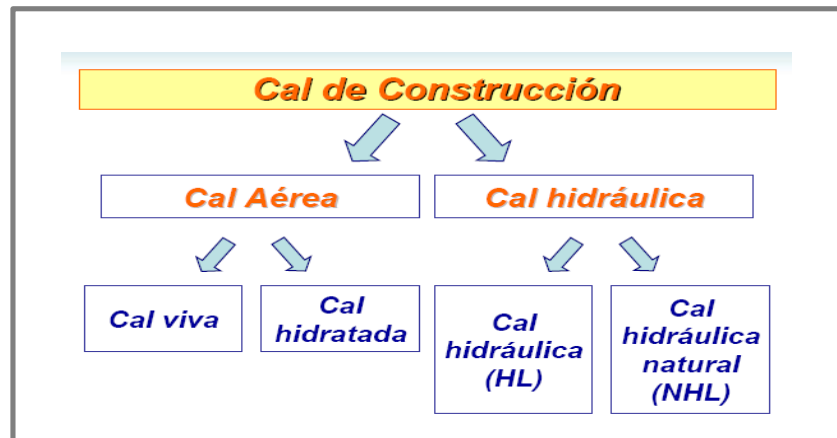


Figura 2. Clasificación de las cales de construcción

Fuente: Ortín (s.f.). Morteros de cal para restauración y saneamiento de albañilería en edificaciones. MAPEI, ppt.

Se debe *utilizar siempre cal hidratada completamente apagada* para evitar fisuras y otra serie de desperfectos en la superficie, por aumento de volumen debido a su hidratación a posteriori a la aplicación del mortero.

Las cales grasas provienen del carbonato calizo casi puro, aumentan considerablemente de volumen al apagarlas, porque absorben hasta tres veces su peso de agua; son muy blancas, untuosas al tacto y se pegan a los objetos que en ellas, se introducen; Las cales áridas o secas, aumentan poco de volumen al apagadas, y por consiguiente, admiten menos arena que las anteriores en la confección del mortero, siendo así mismo menos blancas que ellas, y endureciéndose pronto al aire libre; Las cales grasas se emplean en todas las obras de albañilería no expuestas a la destructora acción de las aguas, y las secas son preferibles en las obras subterráneas, porque su endurecimiento es más pronto.

Para *apagar* las cales vivas, es necesario reducirlas a polvo fino, único medio de que puedan utilizarse después en las construcciones, se usan varios procedimientos más los satisfactorios en la práctica: uno de ellos es el de *lechada* o papilla espesa. Para ello se echa la cal viva en un gran artesón de madera que tenga un agujero tapado en una de sus caras, próximo al fondo, colocándole sobre el terreno algo elevado é inclinado hacia la misma cara; después se va echando agua encima de la cal con cuidado para no *ahogarla*, revolviéndola en todos sentidos con la batidera para que se disuelva y se forme una papilla espesa, la cual

obtenida, se abre el agujero del artesón para que corra a una balsa que previamente se hizo con cuatro tablones puestos de canto, formando un aro o marco en donde se echa la arena y se forma el mortero. Las cales grasas, apagadas de este modo, aumentan casi tres veces su volumen, porque absorben hasta tres veces, su peso de agua, pudiendo conservarse en este estado durante mucho tiempo depositada en una fosa húmeda, cubiertas con una capa de arena de cinco a seis centímetros de espesor para impedir su contacto con el aire.

La cantidad de agua que se echa a las cales comunes para apagarlas ejerce cierta influencia en la dureza que después adquieren los morteros: así se les añade muy poca cantidad producen morteros muy duros y si por el contrario se les añade demasiada agua, resultará una pasta muy floja y porosa.

Aditivos inorgánicos: cargas o áridos.

La resistencia de un mortero de cal o de cal hidráulica puede aumentarse notablemente utilizando un árido hidráulico. Las propiedades del material varían según la dosificación agua/arena/ligante, de la granulometría y composición del árido y del tipo de ligante.

Arena: es una carga que se le da al mortero cálcico, su función es evitar la disminución de volumen en la pasta.

Espuga, Berasategui, & Armengol (1999) como resultado de sus investigaciones sostienen que la mejor arena es la que se obtiene de la trituración expresa de la piedra, sobre todo del mármol, preferentemente blanco, para alterar lo menos posible el color del mortero. Por supuesto, se utilizan arenas de un determinado color, (...), y en tal caso no hay razón para emplear mármol blanco para alcanzar el tono que ya poseen. Cuando la arena coloreada se presenta limpia y de color uniforme e inalterable (lo cual no sucede siempre (pp. 54 – 55).

Disolventes.

Para la elaboración de los morteros se hace uso del agua.

Agregados orgánicos: Esencia de ajo o jugo de ajo.

Las primeras observaciones demostraron que el jugo de ajo podría ser dañino para el crecimiento bacteriano. (Tanner, s.f., p. 1018)

Este producto funciona como preservante antimicrobiano, tal como lo menciona Bender & Bárcenas (2013, p. 34),

A partir de la revisión anterior del ajo y sus componentes activos, se puede entender más ampliamente la funcionalidad que tiene el mismo en la salud y dentro del área alimenticia. Debido a las capacidades antioxidantes y antimicrobianas intrínsecas del ajo, se han realizado cada vez más estudios que demuestran la efectividad del ajo en la conservación de alimentos, lo que ha permitido diversificar su uso.

Propiedades del mortero de cal aérea.

López (2011, p. 14) responsable técnica de la Asociación Nacional de fabricantes de Cal y derivados de España, enumera las siguientes propiedades exhibidas por los morteros cálcicos.

Buena plasticidad y trabajabilidad (la cal, por su finura, envuelve la superficie entre los áridos, evitando rozamiento y mejorando el deslizamiento)

Ausencia o menor retracción (por constancia de volumen bajo condiciones variables de humedad)

Gran elasticidad (favorece adaptación deformaciones del soporte sin provocar agrietamiento) y consiguientemente menor fisuración.

Permeabilidad apreciable al vapor de agua (los muros “respiran”). Evita condensaciones.

No provoca eflorescencias debido a la ausencia de sales solubles.

Buen aislamiento térmico y acústico

Realización capas más finas consiguiendo unos resultados inalcanzables con otros materiales

Fáciles de colorear alcanzando gran riqueza en cromatismos y luminosidad del color

Garantizan el sellado y estucado.

Buena resistencia a la penetración del agua de lluvia (en revestimientos verticales exteriores)

Producto desinfectante y fungicida natural por la alcalinidad de la cal.

Producto ignífugo que no emite gases tóxicos.

Desarrolla menor rigidez mecánica

Dosificaciones

Los autores consultados recomiendan que la mejor dosificación para la formulación de un mortero de cal aérea con fines de restauración sea la siguiente.

Tabla 3
Dosificación para morteros de cal aérea

Capas	Espesor mm	Cal apagada kg	Arena seca	
			Cantidad m ³	Tamaño máx recomendado mm
1 ^a	< 10	250 – 300	1	4
2 ^a	< 10	200 – 250	1	2
3 ^a		150 - 250	1	1

Fuente: ANCADE, guía práctica para los morteros de cal aérea apagada y de sus mezclas con yeso y cemento, (2011, p. 9)

La siguiente es considerada como una de las más óptimas. (Espuga Bellafont, Berasategui Berasategui, & Gibert Armengol, 1999, p. 55)

Tabla 4
Cuadro de volúmenes y granos de arena

Nombre	Tamaño de grano (mm)	Paso por cedazo
Polvo de grano menor	0.5	185
Arena fina	de 0.5 a 1	110
Arena mediana	de 1 a 1.5	75
Arena gruesa	de 1.6 a 2	45
Gravilla	de 2 a 4	30

Morfología superficial del mortero.

Permeabilidad al vapor de agua. Siempre que se interviene edificaciones históricas (casonas, templos, puentes, etc.) la gran mayoría de veces es necesario emplear un mortero que debe ser estudiado cuidadosamente con la finalidad de reconocer su comportamiento con relación a los enfoscados antiguos y a los agentes de deterioro.

Los investigadores y los conservadores y restauradores suelen usar el término de *mortero de sacrificio*, para expresar que los nuevos morteros añadidos actuarán aun a costa de sí mismos con la finalidad de preservar el mortero histórico.

Por tanto, las formulaciones tradicionales son la mejor opción para su utilización en labores de restauración,

La absorción y desorción de agua será importante, sobre todo la desorción. Si hay peligro de patologías salinas hay que saber que las sales tienden a emigrar hacia el material que tarda más en secar, consecuentemente, será bueno que el mortero de restauración –teniendo unas características semejantes– seque ligeramente más tarde. No obstante, esto habría que matizarlo según la posición del paño a restaurar y las consecuencias de permeabilidad al vapor en el conjunto de la fábrica (si seca más tarde es que tiene menos permeabilidad al vapor que el mortero de comparación) (Mesa García, C., 2018/2019., pp. 23).

2.3.3 Pintura mural.

Definición. Es una manifestación artística, cuyo soporte principal es el muro. Sus inicios se remontan en la edad paleolítica, donde fueron plasmados los primeros acontecimientos socioculturales que resumen su entorno de los primeros hombres, siendo una de las primeras formas de expresar el arte (pinturas rupestres), en las paredes rocosas de las cuevas y que en el tiempo han ido evolucionando en cuanto a técnica y el uso de materiales.

Las características principales de la pintura mural son: (1) Monumentalidad porque el soporte empleado es de gran tamaño; (2) Poliangularidad, referida a distintos puntos de vista y el tamaño del plano.

Breve historia de la pintura mural andina.

Los inicios de la pintura mural en el contexto andino se remontan al inicio del periodo prehispánico, tal como menciona Arce (2011, p.106).

Nada nuevo es reconocer que uno de los fenómenos culturales más originales que se dio en el contexto ibero americano, en el área andina de los siglos XVII y XVIII, fue el de la pintura cuzqueña. Este fenómeno, cargado de un importante proceso de aculturación se dio por la presencia europea de pinturas, tablas, esculturas, grabados, libros ilustrados, tratados de pintura y arquitectura, traídos por los nuevos habitantes de estas tierras durante los siglos XVI y XVII.

El origen de la pintura mural en el área cuzqueña se remonta al período prehispánico, en las etapas preinca e inca. Ejemplos de la primera se encuentran

principalmente en abrigos y cuevas que fueron ocupados por cazadores recolectores y que datan por lo menos de 5,000 años a.C. Los incas acostumbraron a decorar los muros de sus construcciones con pinturas en las que destacaron los temas religiosos e históricos. Existen referencias históricas 106 que acreditan que los edificios de la ciudad de Cuzco estaban pintados con «colores brillantes». Según el cronista Pedro Sancho de la Hoz, las construcciones alrededor de la gran plaza central de Haucaypata, las mejores de la urbe, mostraban sus muros pintados. El antropólogo John H. Rowe anota en 1946 que "las paredes (de las construcciones del Cuzco) estuvieron estucadas con una capa uniforme de arcilla que pudieron estar pintadas⁴¹¹ • A pesar de ello, no se tienen descripciones precisas del contenido de estos murales. Esta actividad pictórica mural a la llegada de los europeos, fue interrumpida por su relación con prácticas religiosas ancestrales. El Virrey Toledo en 1574 percibió este sentido en la pintura por lo que mandó:

Que borren los animales que los indios pintan en cualquier parte ... y en las puertas de sus casas ... e los pintan en las paredes de las iglesias. Ordeno y mando que los que hallareis los hagais raer y quitar de las puertas donde los tuvieran

Este mandato muestra, entre otros asuntos, lo difundido que fue pintar en "cualquier parte, por lo que no debe llamar la atención que los nativos pintaran en los nuevos edificios dedicados al culto que erigían los peninsulares.

Soportes.

Los soportes empleados en la pintura mural varían según al espacio sociocultural y geográfico en el que se desarrolla el arte. Los soportes a emplear están condicionados por la disposición de los materiales que ofrece un determinado lugar geográfica; un claro ejemplo lo constituyen las primeras pinturas murales de la época paleolítica plasmadas en muros improvisados de las paredes rocosas de las cuevas (pinturas rupestres), o las pinturas murales egipcias para las que se usaron múltiples soportes (muros de adobe, piedra, y ladrillo) revestidos con morteros cálcicos y yeso. En nuestro entorno sociocultural en la época colonial se tuvo el muro barro moldeado (adobe) para la ejecución de muros

arquitectónicos con revestimientos de mortero cálcico siendo estas superficies usadas para la decoración según propósitos previstos.

Revoques o enfoscados. Es la capa de mortero elaborado con tierra y paja que reviste el soporte de adobe, este proceso permite nivelar la superficie del soporte para aplicar el mortero de cal.

Factores de alteración, generalmente las patologías dadas en el mortero de barro son los abolsados las cuales ocurren cuando el mortero de barro pierde sus propiedades de adhesión.

2.4. Marco legal

En el artículo 21 de la *Constitución Política del Perú* (1993) se declara que,

Los yacimientos y restos arqueológicos, construcciones, monumentos, lugares, documentos bibliográficos y de archivo, objetos artísticos y testimonios de valor histórico, expresamente declarados bienes culturales, y provisionalmente los que se presumen como tales, son patrimonio cultural de la Nación, independientemente de su condición de propiedad privada o pública. Están protegidos por el Estado. La ley garantiza la propiedad de dicho patrimonio. Fomenta conforme a ley, la participación privada en la conservación, restauración, exhibición y difusión del mismo, así como su restitución al país cuando hubiere sido ilegalmente trasladado fuera del territorio nacional.

En la ley 28296 (*Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación*, publicada en el Diario Oficial El Peruano, el 22 de julio de 2004 (pp. 272925 - 272932), en el art. II (definición) de su título preliminar, se declara que:

Se entiende por bien integrante del Patrimonio Cultural de la Nación toda manifestación del quehacer humano –material o inmaterial– que, por su importancia, valor y significado paleontológico, arqueológico, arquitectónico, histórico, artístico, militar, social, antropológico, tradicional, religioso, etnológico, científico, tecnológico o intelectual, sea expresamente declarado como tal o sobre el que exista la presunción legal

de serlo. Dichos bienes tienen la condición de propiedad pública o privada con las limitaciones que establece la presente Ley.

En el art. III, al tratar sobre el principio jurídico de la presunción legal que como instrumento de orden legal se utiliza para la protección y defensa de los bienes integrantes del legado cultural peruano, se declara:

Se presume que tienen la condición de bienes integrantes del Patrimonio Cultural de la Nación, los bienes materiales o inmateriales, de la época prehispánica, virreinal y republicana, independientemente de su condición de propiedad pública o privada, que tengan la importancia, el valor y significado referidos en el artículo precedente y/o que se encuentren comprendidos en los tratados y convenciones sobre la materia de los que el Perú sea parte.

El Decreto Supremo N° 011-2006-ED, ***Reglamento de la Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación*** (La norma de aprobación fue publicada en el Diario Oficial El Peruano el 1 de junio de 2006; el texto del reglamento fue publicado el día 2 de junio de 2006), es explícito al disponer en el Capítulo I (disposiciones generales) respecto a que se debe “promover la capacitación e investigación relativas al patrimonio cultural y su gestión.”

Con respecto a normatividad internacional, se cita la ***Carta de la Conservación y Restauración de los objetos de Arte y Cultura*** (1987), en su Anexo B (*Instrucciones para el desarrollo de la conservación, mantenimiento y restauración de las obras de interés arquitectónico*), que hace referencia a la revaloración de las técnicas que se usaron para la ejecución de las evidencias culturales tangibles:

Por otra parte, el uso de las técnicas tradicionales no ha sido nunca excluido por las Cartas de Restauración precedentes (Carta Italiana de 1932, Carta de Venecia de 1964, Carta italiana de Restauración de 1972). En efecto, éstas aludían al uso de tecnologías innovadoras sólo en los casos en los cuales las tradicionales no inspirasen confianza y se limitaban a recomendar la adopción de precauciones idóneas para hacer perceptible la intervención de lo nuevo en lo viejo. Pero, a la luz de una experiencia más madura, el uso de las técnicas

tradicionales se debe considerar aplicable no sólo a las simples mejoras de las condiciones estáticas, sino también a muchos casos de "patología ordinaria", como se dirá mejor más adelante. (ICCROM)

Los temas establecidos en esta carta con respecto a conceptos de interés para la investigación que se propone también han sido considerados y se declara en el documento citado, y dice:

4. Reintegraciones y/o sustituciones de enlucidos y/o coloraciones.

Al comienzo de toda intervención deberá ser analizado con cuidado el grado de adhesión de los enlucidos al soporte y la magnitud de los posibles desprendimientos. (...) Si las zonas no adheridas del enlucido son originales, es necesario fijarlas de nuevo con los métodos y técnicas bien conocidos y ya experimentados (...) De todos modos, en los casos en los que las zonas no adheridas no sean originales o sea inevitable su demolición, se impone su sustitución mediante adiciones que deberán estar compuestas con materiales y granulometría lo más parecida posible a los del contexto, (...) Se entiende que entre los enlucidos originales no pueden estar comprendidos los enlucidos de mantenimiento renovados en diferentes ocasiones, a menos que uno y otro estrato juntos no presupongan informaciones capaces de facilitar la reconstrucción de las vicisitudes históricas del edificio.

Como es bien conocido, la identificación del colorido primigenio de un enlucido original es empresa ardua y delicada. El examen estratigráfico puede ser determinante con tal de que la toma de muestras -de alrededor de 10 x 10 cm. sea efectuada en zonas en las que con certeza se sepa o se pueda deducir que han quedado al menos pequeñas partes del enlucido original, no sólo porque no se han visto implicadas por la caída o por el desmantelamiento del resto de ese enlucido, sino también por haber estado suficientemente protegidas de los cambios climáticos (buhardillas, aleros, cornisas separadoras de plantas, cornisas de las ventanas). Una vez verificada la identidad de la coloración originaria, no sólo por el aspecto, sino también por la composición química, verificada igualmente la naturaleza del enlucido mediante granulometría y el material empleado, se podrá

proceder, donde esto sea considerado significativo, a un enlucido semejante al originario, teniendo siempre cuidado de señalar, de alguna manera y sobriamente, el límite entre este último y la parte nueva. Se entiende que dicha marca sobria tendrá valor sobre todo cuando la transformación del nuevo enlucido, debida al envejecimiento, lo vuelva más semejante al enlucido original.

No pocas dificultades obstaculizan el logro del objetivo arriba indicado: dificultades de encontrar la cal bien apagada y desde tiempo suficiente (6 meses); dificultades de suplirla a veces incluso con cal hidratada; dificultades de reproducir los antiguos colores, por un lado bien utilizables sólo con buena cal, por otro suplantados gradualmente por los nuevos materiales colorantes, sintéticos y de menos costo, pero inadecuados para durar en los exteriores. Estas dificultades explican, al menos en parte, numerosas alteraciones y errores en el aspecto cromático de los edificios monumentales. Por esto, son tanto más útiles y necesarios los esfuerzos requeridos para recoger informaciones exactas y completas, en lo posible, de las fuentes de archivo, de las literarias y, a menudo incluso (aunque con alguna prudencia) de los paisajistas urbanos. Análisis y documentaciones exhaustivas, pigmentos naturales, a ser posible enriquecidos con sustancias proteicas y mezclados con cal (bien apagada: más de un año) si la coloración debe ser aplicada sobre enlucido antiguo, son las condiciones necesarias para aproximarse con un correcto enfoque a las apariencias del enlucido originario, incluso en la duración.

Previsiones que hay que tener en cuenta en la ejecución de intervenciones de conservación y restauración en pinturas murales y mosaicos.

Al igual que para las pinturas muebles también para las pinturas murales, antes de iniciar cualquier intervención, será necesario determinar, de la forma más precisa posible, la técnica de ejecución y los materiales usados. A la vez es necesario poner de relieve los aspectos del deterioro e individualizar sus causas. Antes de toda operación conservadora sobre las pinturas es necesario, en primer lugar, sanear el ambiente y eliminar toda causa de agresión. En caso de remoción del polvo de la superficie es oportuno actuar con cautela, no sólo para no quitar junto al polvo partes de superficie cromática convertida eventualmente en tal, sino

también para examinar si en el polvo no existen gérmenes biodeteriorantes sobre los cuales intervenir con desinfectantes apropiados.

Las primeras operaciones tenderán al restablecimiento de la cohesión y adhesión de los distintos estratos. Los materiales usados para tales operaciones deberán ser elegidos y comprobados mediante una serie de pruebas de laboratorio, que contengan envejecimientos naturales de al menos quince años, que garanticen su reversibilidad e inalterabilidad con el tiempo a nivel estructural y óptico.

(Luque, 2017)

En la *Carta de Cracovia (2000) sobre Principios para la conservación y restauración del Patrimonio construido*, en los numerales siete y diez, se puede observar que el arte integrado ha sido considerado de manera conveniente, y declara:

7. La decoración arquitectónica, esculturas y elementos artísticos que son una parte integrada del patrimonio construido deben ser preservados mediante un proyecto específico vinculado con el proyecto general. Esto supone que el restaurador tiene el conocimiento y la formación adecuados además de la capacidad cultural, técnica y práctica para interpretar los diferentes análisis de los campos artísticos específicos. El proyecto de restauración debe garantizar un acercamiento correcto a la conservación del conjunto del entorno y del ambiente, de la decoración y de la escultura, respetando los oficios y artesanía tradicionales del edificio y su necesaria integración como una parte sustancial del patrimonio construido. (Rivera Blanco, 2000, p. 3)

10. Las técnicas de conservación o protección deben estar estrictamente vinculadas a la investigación pluridisciplinar científica sobre materiales y tecnologías usadas para la construcción, reparación y/o restauración del patrimonio edificado. La intervención elegida debe respetar la función original y asegurar la compatibilidad con los materiales y las estructuras existentes, así como con los valores arquitectónicos.

Cualquier material y tecnología nuevos deben ser probados rigurosamente, comparados y adecuados a la necesidad real de la

conservación. Cuando la aplicación “in situ” de nuevas tecnologías puede ser relevante para el mantenimiento de la fábrica original, estas deben ser continuamente controladas teniendo en cuenta los resultados obtenidos, su comportamiento posterior y la posibilidad de una eventual reversibilidad.

Se deberá estimular el conocimiento de los materiales tradicionales y de sus antiguas técnicas, así como su apropiado mantenimiento en el contexto de nuestra sociedad contemporánea, siendo ellos mismos componentes importantes del patrimonio cultural. (ICOMOS)

Igualmente, en la *Carta de Burra* (ICOMOS de Australia, 1999) en el Art. 4, (*Conocimiento, experiencia y técnicas*) se recomienda que:

4.1. La Conservación debe hacer uso de todo el conocimiento, las experiencias y las disciplinas que puedan contribuir al estudio y cuidado del sitio.

4.2. Son preferibles las técnicas y materiales tradicionales para la conservación de la fábrica significativa (...) (ICOMOS, s.f.)

La carta rectora para la pintura mural fue ratificada por la décimocuarta Asamblea General de ICOMOS, en la ciudad de Victoria Falls, Zimbawe, el año 2003. Titulada *Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales*, esta carta internacional marca los lineamientos y metodología que deben cumplirse cuando se interviene pintura mural, y que se seguirá durante el desarrollo de la investigación que propongo. (Ver anexo 1)

2.5. *Definición de términos*

Siguiendo las pautas dadas por Alonso, Bustamante, Díaz, Monjo, & Salto-Weis (2009, pp. 33-40) los términos que se enlistan luego han sido agrupados según las instancias en las que se usan.

A. **Términos en relación con la composición o naturaleza:**

Aditivo: sustancia o material agregado a la pasta fresca con la finalidad de obtener una característica que no posee o para mejorar otra que sí tiene.

Aglomerante: material que se usa para unir varios componentes dando cohesión a la mezcla.

Arena: partículas de material lítico disgregado, cuya granulometría oscila entre 2-0,06 mm y proporciona dureza al mortero al actuar de manera opuesta a la retracción del aglomerante. Se le conoce también como árido fino.

Argamasa: mortero compuesto de cal, arena y agua. Usado en albañilería.

Cal apagada: cal aérea, compuesta principalmente de hidróxido de calcio y ocasionalmente de hidróxido de magnesio. Resulta de la hidratación controlada de la cal viva. Se le conoce también como cal aérea.

Cal grasa: cal viva que debido a su contenido en carbonatos (superior al 95%), produce pastas muy plásticas.

Cal magra: cal viva que debido a su menor pureza de carbonatos y un 5% de arcillas, produce pastas menos untuosas que las grasas.

Cal viva: cal aérea, se compone principalmente de óxidos de calcio y magnesio, resulta de la calcinación de calizas o rocas dolomíticas en hornos denominados caleras. Reacciona exotérmicamente con el agua.

Conglomerante: material que cohesiona de materiales por reacciones químicas.

Mortero: mezcla de conglomerante (cal, yeso o cemento) con arena usada como árido, amasados con agua, y al que se puede añadir aditivos para mejorar las propiedades.

Textura: características del mortero relacionadas con el tamaño, forma y distribución de sus componentes.

B. Términos en relación con su caracterización y propiedades:

Adherencia: resistencia al desprendimiento o deslizamiento que presenta un mortero cuando está en contacto con la superficie portante.

Densidad: masa por unidad de volumen expresada en kg/m^3

Dureza superficial: resistencia que ofrece el mortero al ser penetrado con un objeto de acuerdo con diferentes métodos: Mohs, Shore C o Brinell.

Impermeabilidad: resistencia a la penetración de agua líquida.

Higroscopicidad: Capacidad de un material de absorber vapor de agua del medio ambiente.

Retracción: disminución del volumen de un mortero a causa de la evaporación del agua usada en su amasado.

Trabajabilidad: cualidad de la pasta o mortero en su transición de estado líquido al estado plástico, es decir, el tiempo en el que se inicia la aereación.

C. Relacionados con su aplicación:

Acabado: tratamiento final aplicado al mortero ya sea de junta o de revestimiento.

Enfoscado: capa de mortero que se aplica al muro con la finalidad de subsanar las imperfecciones superficiales, para su protección, o con la intención de modificar sus características estéticas.

Repicado: picado leve de la superficie, realizado con la finalidad de mejorar la adherencia de la pasta o mortero.

D. Términos en relación con las lesiones que presenta:

Abolsamiento: deterioro por disminución de la adherencia entre el revestimiento y el soporte.

Biodeterioro: alteración de los materiales por acción de organismos vivos, (microorganismos, plantas o animales superiores).

Cuarteo: fisuras por desecación hidráulica en forma de mapa.

Churretón: mancha debido a la escorrentía del agua pluvial.

Depósito: capa externa de espesor variable generada por acumulación de materia de origen diverso.

Desconchamiento: pérdida de la capa superficial del mortero a causa de la caída de fragmentos más o menos curvados y de longitud variable.

Desprendimiento: pérdida de adherencia y caída del mortero de acabado.

Eflorescencia: cristalización de las sales solubles sobre la superficie del muro.

Disgregación: separación natural o por pequeños esfuerzos mecánicos de los componentes del mortero.

Erosión: término genérico aplicado a la pérdida de material de un elemento constructivo y a los distintos procesos físicos, químicos o mecánicos que conducen a ella.

Escoriación: tipo de lesión superficial ocasionada por rozamientos o incisiones de orden antrópico.

Fisura: incisión lineal que afecta únicamente al espesor del acabado.

Picado: erosión puntiforme observable como pequeños orificios (mm) en la superficie del material.

E. Términos en relación con su conservación:

Cala: perforación hecha con la finalidad de reconocer la profundidad del mortero o para descubrir estratigrafías.

Cata o muestra: obtenida de un mortero para el estudio de caracterización de la naturaleza y calidad de los materiales componentes,

Consolidación: procedimiento de adición de un producto líquido y de baja tensión superficial y viscosidad, propiedades que facilitan su penetración en el seno de los materiales, devolviendo la cohesión de sus componentes y consiguientemente mejorando la resistencia mecánica.

Consolidante: material de consolidación de origen natural o sintético.

Desalinización: acción y efecto de eliminar las sales solubles acumuladas en los materiales.

Inyección: técnica de consolidación que consiste en introducir a presión un mortero, lechada o microlechada o un adhesivo.

Limpieza: procedimiento intencionado para eliminar manchas y suciedades depositados sobre la superficie del mortero para mejorar su percepción estética e higiene.

Mortero de restauración: usado para sustituir o completar las partes perdidas y que se caracteriza porque los componentes (aglomerante, áridos y aditivos) son similares a los del material a restaurar.

Reintegración: procedimiento que consiste en completar e integrar las partes volumétricas, superficiales o cromáticas perdidas.

Restauración: intervención adoptando procedimientos técnicos apropiados para corregir las lesiones que presenta y para recuperar sus valores histórico-artísticos. (Alonso, J., et al., 2009)

CAPÍTULO III

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 *Enfoque de la investigación*

La presente investigación se abordó considerando el enfoque mixto en su forma pura, siguiendo las definiciones de Chen citado por Hernández, Fernández & Baptista (2014), quienes además sostienen que:

Chen (2006) los define como la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”); o bien que dichos métodos puedan ser adaptados, alterados, o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”) (p. 534).

Para los aspectos cuantitativos se recolectaron datos numéricos durante las formulaciones y posteriores mediciones de los morteros cálcicos evaluados reconociendo de esta manera sus propiedades.

Para los aspectos cualitativos, se determinaron las características ópticas del revoque cálcico. Así mismo se describieron las características de la pintura mural y su contexto en relación a la utilización del mortero más compatible con la naturaleza del arte mural integrado a la arquitectura del conjunto religioso que la contiene.

3.2 *Definición del alcance de la investigación*

Descriptivo – longitudinal, porque se da a conocer las características de los morteros ligados con ovoalbúmina y el resultado que generan las proporciones (dosificación) de sus componentes observable en sus propiedades resultantes, permitiendo todo ello acercarse al reconocimiento del comportamiento del mortero cálcico para su selección y posterior uso en la intervención de restauración deseada.

La investigación es **descriptiva**, porque siguiendo a Arias (2012), se tiene que:

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (p. 24)

Siguiendo al mismo autor, se tiene una que una investigación descriptiva tiene como una de sus clasificaciones a los:

Estudios de medición de variables independientes:

Su misión es observar y cuantificar las modificación de una o más características en un grupo, sin establecer relaciones entre éstas. Es decir, cada característica o variable se analiza de forma autónoma o independiente. Por consiguiente en este tipo de estudios *no se formulan hipótesis*, sin embargo es obvia la presencia de variables. (Arias, 2012, p. 25)

La investigación desarrollada es **longitudinal** porque se describen las características del fenómeno en estudio en varios momentos. Tales son:

1) Las características del mortero que se midieron después de logradas las formulaciones, hasta obtener una formulación que se consideró idónea para los propósitos previstos, y haciendo las mediciones durante lapsos (horas) determinadas

2) Se describieron las características de la pintura mural a intervenir en el momento de su evaluación, las características del estado de conservación y se observaron los resultados obtenidos después de cada uno de los procedimientos aplicados durante su restauración.

3.3. Definición del tipo de investigación

Por la finalidad, la investigación propuesta es de naturaleza **aplicada**, porque se buscó una solución alternativa a los morteros de repello y restitución que se han estado utilizando y que incluyen en su formulación acetato de polivinilo (Mowilith DM5 ®) y que a la fecha plantean serios cuestionamientos

por su irreversibilidad a causa de la plastificación de la pintura mural como resultado de su uso.

3.4. *Diseño de la investigación*

La investigación desarrollada responde al tipo de diseño CUAN-CUAL (mixto puro) secuencial, porque primero se obtuvieron datos cualitativos, luego cuantitativos y cualitativos.

En el componente CUAN, se manipularon las composiciones porcentuales de los morteros y se analizaron las propiedades de contracción o retracción volumétrica, la pérdida de peso por evaporación del agua añadida, la retención de agua y dureza Mohs de las probetas (cuatro) expresamente formadas.

En el componente CUAL se describen las características del revoco resultante respecto a su textura y las patologías y lesiones del templo contenedor de la pintura mural en la cual se aplicó el mortero seleccionado como estudio de caso.

En principio se entiende por caso, cualquier objeto que se considera en su totalidad para ser estudiado intensivamente. Un caso puede ser una familia, una institución, una empresa, uno o pocos individuos.

Debido a que un caso representa una unidad relativamente pequeña, este diseño indaga de manera exhaustiva, buscando la máxima profundidad del mismo (Arias, 2012, p. 33).

3.5. *Tipo de muestreo y muestra*

El muestreo fue aleatorio por conveniencia: no se hicieron mayores ensayos científicos para conocer las características de cada uno de los componentes. Las pruebas fueron de campo. La muestra está constituida por las seis formulaciones de mortero realizadas.

3.6. *Técnicas e instrumentos de investigación.*

La técnica utilizada fue la observación: “La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar (...) en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (Arias, 2012, p. 69).

Los instrumentos empleados fueron los siguientes:

Fichas de observación

3.7. Organización y presentación de datos

3.7.1. A nivel descriptivo cuantitativo.

Organización de datos (tablas)

Representación de datos (figuras: diagramas de columnas)

Medidas de resumen: media aritmética y desviación estándar (Córdova, 2017, p. 143)

3.7.2. Nivel descriptivo cualitativo.

Mapeo de patologías y lesiones

Fichas técnicas de análisis

3.8. Variables de la investigación y operacionalización

Tabla 5

Sistema de variables de la investigación y operacionalización

Variables	Dimensión	Referente teórico	Indicadores	
Cuantitativa - Cualitativa	Mortero cálcico	Tecnológica	Tecnología de los materiales constructivos	Componentes. Dosificaciones. Características
	Pintura mural	Arte	Iconografía e iconología	Técnica, estilo. Distribución superficial. Policromía. Grafemas. Discurso icónico.
			Tecnología de los materiales pictóricos	Materiales artísticos empleados.
		Conservación – restauración	Juicio crítico	Estado de conservación de la pintura mural: patologías y lesiones. Técnicas de restauración

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Identificación de las características del enlucido original

Para la identificación de las características del enlucido original se tomaron y analizaron muestras estratigráficas en el laboratorio Físico químico de la Dirección Desconcentrada de Cultura-Cusco.

Las muestras correspondían a la nave central, al muro de la Epístola (tras el retablo Virgen de las Nieves), como se ve en la Figura 4.

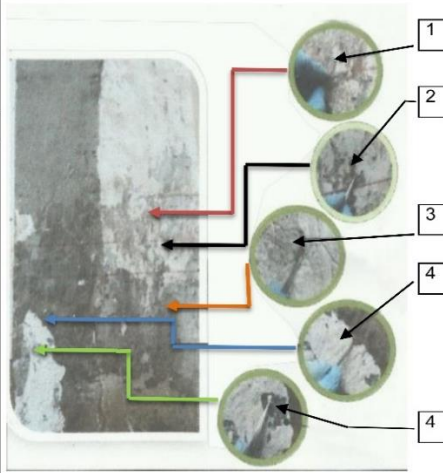
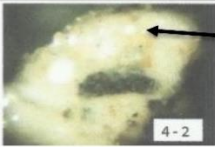
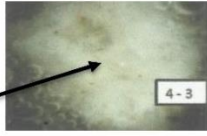
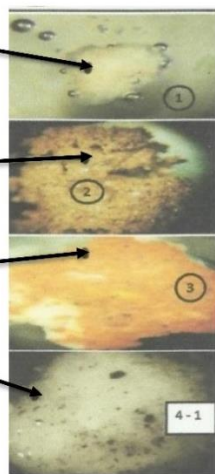
Resultados.

Los datos analíticos consignados en la ficha de análisis N° 200 expedida por el laboratorio Físicoquímico de la DDC Cusco, permitió conocer las siguientes características:

- **Muestra 01.** Que comprende el enlucido. En su composición se identificó Carbonato de calcio (CaCO_3) aglutinado con albúmina.
- **Muestra 02.** Extraída del enfoscado. Contiene los compuestos naturales del suelo, que son materiales de uso frecuente en la elaboración de mortero de barro. Además, se observó la granulometría del árido calificándola como regular, y el uso de paja y pelo de animal como materiales antiplásticos usados corrientemente para evitar la contracción volumétrica en el mortero de barro.
- **Muestra 03.** Que corresponde a la capa pictórica. Tiene procedencia inorgánica y fue aglutinado con cola proteica. De los datos se concluye que la pintura mural se realizó con la técnica del temple.

El análisis, llevado a cabo en la fase exploratoria, ayudó a definir de mejor manera el problema de investigación que se planteaba. Si bien ya se había decidido intervenir la pintura mural, era necesario especificar aquello que constituiría el aporte práctico y metodológico de la investigación.

Tabla 6
Resultados del análisis estratigráfico y composicional

FICHA DE ANALISIS FISICOQUÍMICO N° 200			
Fecha de resección: 11/05/2015 Título: Nave central, sector Epístola Tipología: Pintura mural Procedencia: Templo salvador del mundo – San salvador – Calca - Cusco		Zonas de muestra	
Descripción de muestras			
N°	Descripción	Ubicación	Información requerida
1	Embarre	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
2	Enlucido	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
3	Capa pictórica	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
4	Recubrimiento	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
N°	Resultados		
1	El revoque o embarre, está compuesto por: tierra en un 50%, arena en un 30%, arcilla en un 20%, también se encontró pelo de animal, paja y ceniza en un 10%.		
2	El material utilizado en el enlucido está compuesto por carbonato de calcio y aglutinado con proteína de huevo, además se puede observar presencia de pelo en su estructura.		
3	La capa pictórica de color rojo es identificada como rojo bermellón aglutinado con cola animal.		
4	La pintura mural se encuentra recubierta por tres capas: 1° material recubierto por sulfato de calcio aglutinado con clara de huevo, se observa presencia de ceniza. 2° presencia de tierra, arcilla, ceniza y carbonato de calcio. 3° recubrimiento compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo, presencia de ceniza y arena.		
		4.- 2. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo con presencia de ceniza.	
		4.- 3. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado por cola animal.	
		4.- 1. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo con presencia de ceniza.	
		1- El revoque tiene presencia de arena, arcilla, paja, ceniza, pelo y tierra.	
		2- La muestra está compuesta por carbonato de calcio encolado con clara de huevo	
		3.- Capa pictórica de color rojo, identificada como rojo bermellón aglutinado con cola animal.	
			
Observaciones: Se observa diversos estratos donde las tres últimas representan recubrimientos con carbonatos en aplicadas en distintas épocas.			
Método de análisis utilizados: Microscopio óptico (Equipo: microscopio óptico de luz reflejado, con ampliación de hasta 45 X)			
Solicitado por: Wilfredo TORRES CANDIA Analizado por: Ing. Quim. Yamillet REINAGA MEDINA Lugar: Laboratorio fisicoquímico DDC - Cusco			

Fuente: Laboratorio Físicoquímico de la Dirección Desconcentrada de Cultura - Cusco

A modo de conclusión: De estos estudios de laboratorio se concluye que el mortero de revoco original contenía albúmina como aditivo. Resultado que sirvió en la fase exploratoria para definir el objetivo de esta investigación.

4.2. Formulación y evaluación del mortero cálcico

En el control de calidad de los morteros tradicionales fabricados al pie de obra se requiere:

- A) El control de los componentes o materias primas.
- B) La dosificación de esos componentes para elaborar el mortero.

No existe un mortero de cal, cualquiera sea el propósito para el que se use, que satisfaga todas las exigencias necesarias, esto se puede suplir solo con un buen conocimiento de los materiales que lo componen (tipo de cal, áridos, agua y aditivos) y sus propiedades, todo lo cual debe permitir seleccionar un mortero que cumpla con las demandas específicas para un proyecto restaurativo. "Es claro plantear la necesidad de diseñar y dosificar el mortero de acuerdo a las condiciones de adherencia y resistencia y algunas otras propiedades y características importantes para el buen uso del mortero". (Osorio, 2013, pár. 2 y 19). La heterogeneidad de los morteros de fábricas históricas constituye un gran problema particularmente delicado durante el muestreo.

Cebrián (2013) sostiene que, para poder plantear las dosificaciones apropiadas para el mortero, debe de tenerse en cuenta el uso al que está destinado el mortero y las características propias tales como textura, dureza. (Rodríguez, 2026, p. 29)

Por cuanto no se conocían las proporciones de los componentes en el enlucido original fue necesario llevar a cabo las pruebas que a continuación se detallan y que se plantearon como objetivos.

4.2.1. Selección y preparación de los ingredientes.

a) Selección de huevos.

La venta de huevos de gallina en nuestro medio es amplia, lo que facilita su obtención en las distintas distribuidoras de la ciudad de Cusco. En el mercado suele clasificarse por especie productora (se les conoce como huevos rojos y

huevos blancos) y fechar la recolección de la puesta de huevos lo cual facilita la adquisición de productos frescos.



Figura 3: Selección de huevos
Nota: Registro propio

b) Obtención de la Ovoalbúmina: separación de la clara.

Quebrados los cascarones de los huevos, se separó la clara cuidando de no romper el epitelio que cubre la yema. Se colectó la cantidad necesaria para los ensayos previstos.



Figura 4: Separación de claras de huevos.
Nota: Registro propio

c) Hidratación y/o apagado de la cal.

El apagado se realizó agregando la cal al recipiente conteniendo el agua necesaria: en un balde de cuatro galones (aproximadamente 15 litros de capacidad) se depositó medio quintal del material cálcico dejando que se hidrate

durante seis meses. Se removió constantemente con la finalidad de disipar el calor de hidratación que se desprende porque tiene lugar una reacción química exotérmica, y también para deshacer los grumos.

La calidad de la pasta en general parece mejorar cuando se la mantiene bajo agua durante un largo tiempo (Vitruvio sugiere un año): esto puede ser explicado por un cambio en la forma de los cristales de hidróxido de calcio (mineralógicamente llamados Portlandita). Los cristales hexagonales de portlandita se separan, produciendo delgadas placas hexagonales de dimensión sub microscópica (solo son visibles con el microscopio electrónico); se cree que estos podrían deslizarse fácilmente unos sobre los otros gracias a las capas de moléculas de agua interpuestas (un mecanismo similar a la que explica la plasticidad de las arcillas húmedas) (Torraca, 2009, p. 52).

Una vez que se terminó de agregar toda la cal, se previó dejar una capa de agua sobrenadante para evitar la carbonatación de la lechada de cal al interactuar químicamente con el aire cuyo contenido en anhídrido carbónico induce la reacción que por el momento no era deseada.

La pasta de cal hidratada se extrajo cada vez que fue necesaria para su uso en cada una de las pruebas, para esto se cernió utilizando un tamiz de medio milímetro de luz.



Figura 5: Hidratación de la cal Figura 6: Tamizaje de la cal hidratada

Nota: Registro propio

d) Acopio de la arena: árido fino

La arena se acopió de un banco depositado en la orilla del río Vilcanota (San Salvador, Písac).

Después de su evaluación se comprobó que no contenía exceso de limo, arcilla u otro contaminante. Para el efecto se utilizó la prueba de sedimentación diferencial; prueba fundamentada en el uso el peso específico de los materiales.

Para lo anterior, se depositó una cantidad aleatoria de arena en una probeta graduada y se añadió agua y antiespumante de uso casero. Se sacudió la mezcla y se dejó reposar por dos horas al cabo de las cuales se observó que la mayor proporción correspondía a la arena (Teutonico, 1988, p. 83).

Recordando las recomendaciones técnicas, la arena debe estar limpia, suelta y no debe contener limo o arcilla. Si la arena contiene limo o arcilla el mortero cálcico no llega a tener la consistencia necesaria para resistir la humedad siempre presente.

In situ, se observaron las características de los granos, usando una lupa se vió que los granos de arena no estaban totalmente redondeados, una característica que ayuda a la adhesión del conglomerante.

Seguido a ello se transportó la arena en la cantidad necesaria al templo para realizar el lavado con la finalidad de eliminar impurezas que no se detectaron en la inspección visual previa y en la prueba de campo.



Figura 7: Arena lavada Figura 8: Tamizado de arena

Nota: Registro propio

4.2.2. Formulaci3n de morteros.

a) **Objetivo:** comparar el comportamiento de cada una de las dosificaciones reconociendo sus propiedades mec3nicas.

b) **N3mero de morteros formulados.**

Se plantearon y desarrollaron seis formulaciones de morteros c3lcicos de revoque. As3 mismo, se realizaron cuatro repeticiones por ensayo, para los cual se moldearon cuatro probetas que fueron sometidas a observaciones y mediciones.

c) **Equipos y herramientas utilizados en la prueba.**

- Esp3tulas de artista 2" y 6"
- Envases (varios)
- Calibrador digital
- Jeringas hipod3rmicas descartables de 20 ml
- Microscopio USB de 500x
- Molde cuadrangular
- Dinam3metro
- Balanza digital



Figura 9: microscopio USB, molde y dimensi3n
Nota: Registro propio

d) **Procedimientos.** Para las formulaciones de mortero se usaron las mismas unidades de medida. La unidad de medida utilizada en esta fase de pruebas fue el cm^3 o mililitro. Para las mediciones volum3tricas se hizo uso de envases con marcadores en equivalente a cm^3

El envase utilizado en las seis pruebas fue una jeringa hipodérmica de 20 ml que equivale a 20 cm³

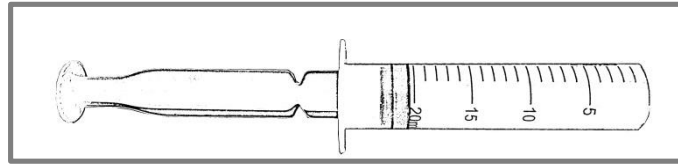


Figura 10: Medida patrón utilizada para las mediciones.

Nota: Registro propio

e) Preparación de los morteros.

Para cada una de las dosificaciones se utilizaron los mismos materiales (cal, árido, ligante y agua) con la finalidad de no alterar los resultados en cada prueba.

Los datos analíticos manipulados fueron las proporciones.


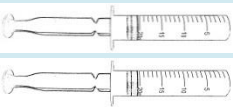
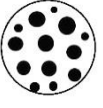



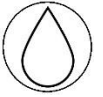

Se nombró con una letra a cada uno de los morteros (M = mortero) y un número (del 1 al 6) para cada una de las formulaciones evaluadas, teniéndose por consiguiente los morteros de prueba: M1, M2...M6. Seguidamente se realizaron las mediciones previstas de las cuatro repeticiones por ensayo, repeticiones denominadas P (probeta de ensayo) y numerándolas.

Los revestimientos de paramentos no presentan, en este momento un gran desarrollo tecnológico propio, lo cual favorece la perduración de revestimientos de muy diversa índole y con una arraigada y tradicional implantación en el sector de la construcción.

En el caso de revestimientos de paramentos de muros antiguos, como es el caso de la rehabilitación y restauración de edificios, ya hemos avanzado que los morteros de cal se presentan como los más idóneos, al poseer la materia prima adecuada para las fábricas realizadas con materiales tradicionales y han demostrado, a través de los años, su fiabilidad. Hay que buscar, no obstante, una adecuada dosificación del mortero a los requerimientos del soporte y, especialmente, en función de que la aplicación requerida sea un enfoscado, un revoco o un enlucido (Calama, 2014, p. 127).

Formulación y evaluación del mortero M1

Tabla 7
Dosificación de M1

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en ml	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	53.33	8
Arena			20	26.67	4
Ovoalbúmina			10	13.33	2
H ₂ O			5	6.67	1
Volumen total de M1 (húmedo):			75 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

A. Determinación de la contracción o retracción volumétrica de M1.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 1 (M1) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Para los cálculos se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cambio volumétrico} = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100$$

Donde:

V_f = volumen final de la probeta de estudio.

V_i = volumen inicial de la probeta de estudio

El signo negativo indica pérdida en las medidas.

La determinación de la contracción o retracción volumétrica consiste en medir utilizando un calibrador o vernier (mm), la disminución de las medidas

(volumen) que ha tenido lugar entre el amoldado del mortero en las probetas y el final del fraguado.

Resultados

Tabla 8

Contracción volumétrica de M1

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm ³)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi) / Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.590	2.900	2.907	13.404	-0.685	-0.0486	-4.86
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.593	2.903	2.909	13.453	-0.636	-0.0452	-4.52
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.591	2.901	2.907	13.417	-0.672	-0.0477	-4.77
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.592	2.901	2.908	13.430	-0.659	-0.0468	-4.68
										Media:	-4.71
										D.E.:	0.15

Nota: Elaboración propia

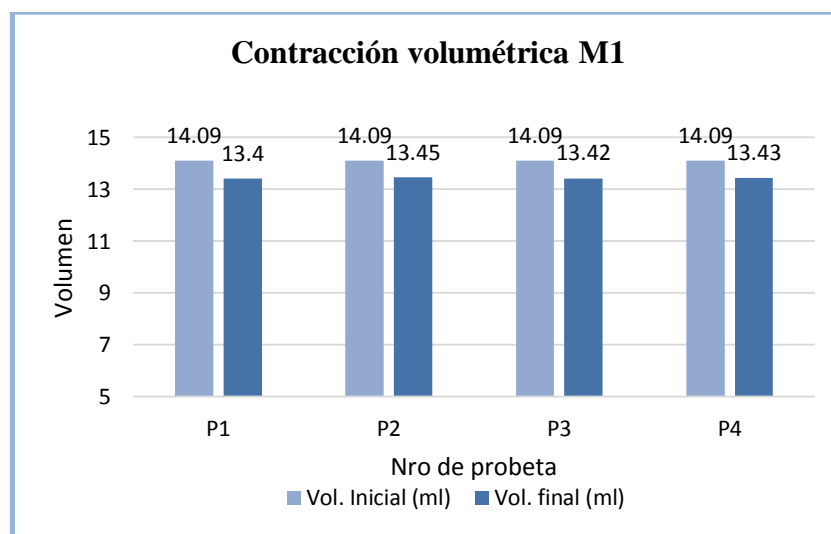


Figura 11: Contracción volumétrica de M1

Nota: Elaboración propia

En la Figura 11, se observa la contracción volumétrica para cada una de las probetas de ensayo. La media de la contracción volumétrica de M1 es de 4.71% y la desviación estándar es de 0.15. Esto puede interpretarse como que la mezcla del mortero de revoque ha sido bastante homogénea para la elaboración de las probetas.

El signo negativo indica contracción volumétrica en relación al volumen inicial. Para las figuras y otras tablas se tomaron los valores absolutos.

B. Control de peso en el secado de M1 (Pérdida de humedad)

Malinowski (1981) citado por Rodríguez (2016, p. 26) refiere que Los morteros de cal presentan una “fácil trabajabilidad y plasticidad en pasta, tiene bajas resistencias mecánicas y por consiguiente, módulos de elasticidad relativamente bajos (alta capacidad de deformación), lo que le permite repeler pequeños movimientos; elevada permeabilidad al agua líquida y al vapor de agua, lo que le permite elevado grado de transpiración de estos morteros cuando revisten a los muros de fábrica; ausencia de sales solubles y álcalis, culpables de lesiones tales como eflorescencias, criptoeflorescencias, etc.; y también baja resistencia a las heladas.

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero M1 en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo M1 (P₁₋₄) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 47 y 168 horas.

Resultados:

Tabla 9

Control de peso en el secado M1

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						Wf- Wi (g)	% Humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
P1	24.71	22.47	21.65	20.52	18.64	11.78	12.93	52.33
P2	24.72	22.97	22.19	21.17	19.33	12.40	12.32	49.84
P3	24.13	22.46	21.66	20.53	18.69	12.11	12.02	49.81
P4	24.37	22.48	21.70	20.61	18.82	12.45	11.92	48.91
							Media:	50.22
							D.E.:	1.47

Nota: Elaboración propia

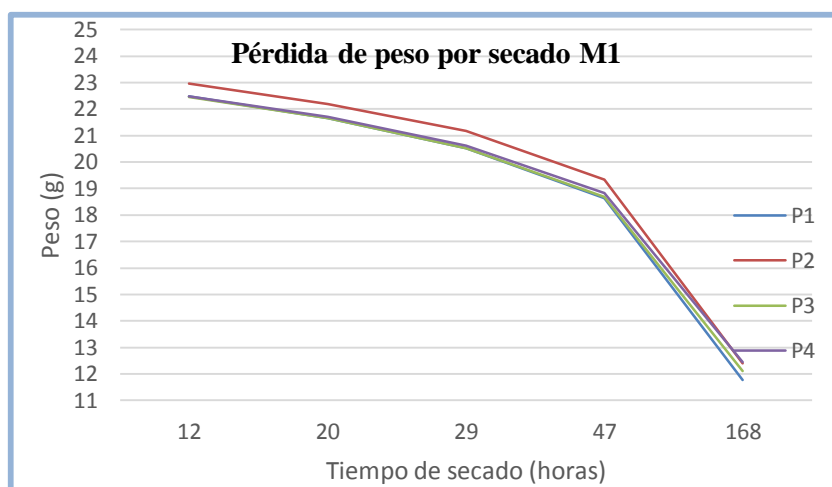


Figura 12: Pérdida de peso por secado M1
Nota: Elaboración propia

En la Figura 12 se observa que la trayectoria de la pérdida ponderal durante el secado de M1 mantiene un menor gradiente de descenso hasta las 47 horas, y posteriormente la trayectoria desciende de forma acelerada llegando a estabilizarse a las 168 horas (una semana). La pérdida media es del 50.22 %, y la desviación estándar 1.47, estos datos demuestran que el aproximadamente el 50% de la formulación del mortero era material evaporable que se perdió después de 47 horas (dos días en promedio) y estabilizándose transcurridas 168 horas (una semana).

Resultados:

Tabla 10

Pérdida ponderal durante el secado de M1

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio \bar{W}_i %
	$W_o =$	W_i %	$W_o =$	W_i %	$W_o =$	W_i %	$W_o =$	W_i %	
0	24.71	0.00	24.72	0.00	24.13	0.00	24.37	0.00	0.00
12	22.47	9.07	22.97	7.08	22.46	6.92	22.48	7.76	7.71
20	21.65	12.38	22.19	10.23	21.66	10.24	21.70	10.96	10.95
29	20.52	16.96	21.17	14.36	20.53	14.92	20.61	15.43	15.42
47	18.64	24.56	19.33	21.80	18.69	22.54	18.82	22.77	22.92
168	11.78	52.33	12.40	49.84	12.11	49.81	12.45	48.91	50.22

Nota: Elaboración propia

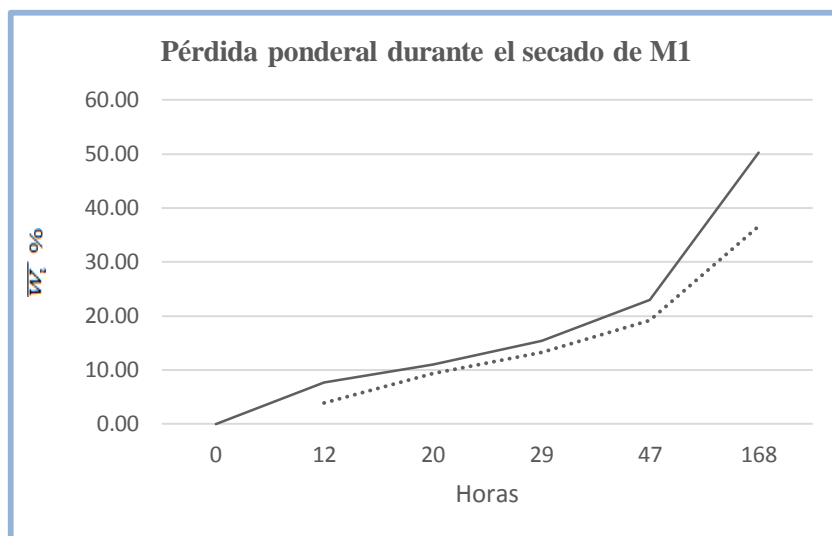


Figura 13: Pérdida ponderal durante el secado de M1

Nota: Elaboración propia

En la Figura 13, se observa que la línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en el punto de inflexión a las 47 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas.

C. Prueba de retención de agua de M1

Resultados

Tabla 11

Absorción de agua de M1

Probetas	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Variación de peso (g)	% Total agua retenida
P1	13.15	13.35	0.20	1.52%
P2	13.17	13.40	0.23	1.74%
P3	13.16	13.34	0.18	1.36%
P4	13.17	13.38	0.21	1.59%
			Media:	1.55%
			D.E. :	0.16%

Nota: Elaboración propia

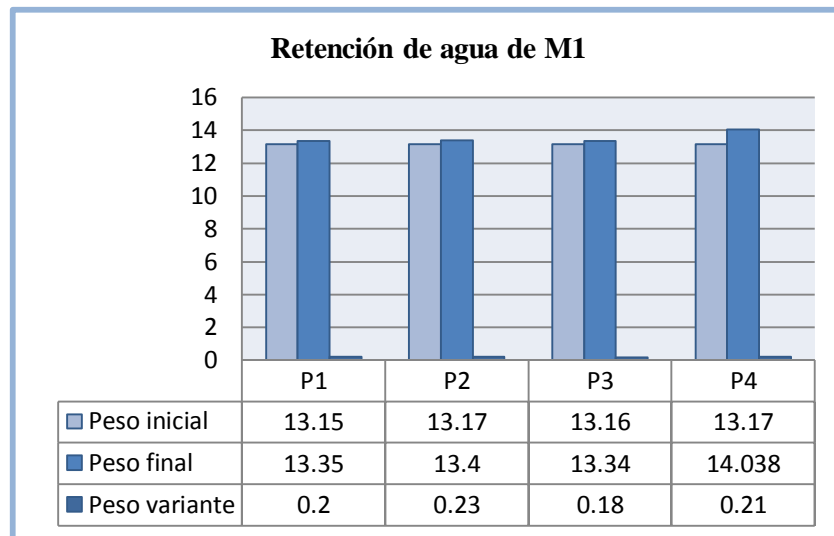


Figura 14: Retención de humedad de M1

(Nota: Elaboración propia)

En la Figura 14 se observa que durante la prueba, M1 no tuvo una variación de peso mayor de 1.55% que equivale el total del líquido retenido en cada una de las probetas, después de concluida la estabilización a las 168 horas.

D. Prueba de resistencia al arranque de M1

Objetivo: Medir la fuerza de arranque del revoque como prueba indirecta de adhesividad.

Procedimiento: Se preparó el muro de pruebas adhiriendo el mortero M1 en cuadrículas, a éste e insertando anclas en cada una de las probetas, como se ve en la Figura. Transcurridas cuatro semanas se procedió a enganchar el dinamómetro en cada una de las anclas insertas en el mortero y ejerciendo fuerza de un tirón se realizó el desprendimiento del mortero. El marcador digital del dinamómetro (calibrado en libras) dio la lectura exacta de la fuerza máxima que requirió el desprendimiento del mortero cálcico. Para los seis morteros se procedió de la misma manera

Resultados

Tabla 12

Tabla de resistencia al arranque M1

Probetas (P)	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	P1 = 2.38 Lb
P2	P2 = 2.49 Lb
P3	P3 = 2.46 Lb
P4	P4 = 2.40 Lb
Media = 2.43 Lb	
D.E. = .05	

Nota: Elaboración propia

Para desprender el mortero M1 se requiere de una fuerza equivalente a 2.43 libras.

E. Observaciones de textura y dureza de M1



Observaciones: Los resultados obtenidos para M1, muestran un mortero compacto con una dureza en la escala de Mohs igual a 3.

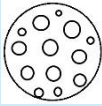
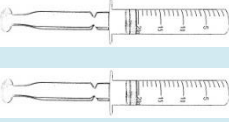
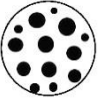


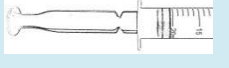
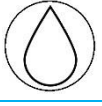
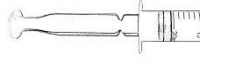
Figura 15: Vista microscópica de M1
Nota: Registro propio

Formulación y evaluación del mortero M2

Se replicaron los ensayos realizados para la muestra M1 para analizar las probetas del mortero M2 y se procedió para su formulación y evaluación de la siguiente manera:

Resultados

Tabla 13
Dosificación de M2

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en ml	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	71.04	8
Arena			15	26.64	3
Ovoalbúmina			8	1.42	1.6
H ₂ O			5	.88	1
Volumen total de M2 en húmedo:			56.3 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

A. Determinación de la contracción volumétrica de M2.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 2 (M2) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Resultados

Tabla 14

Contracción volumétrica de M2

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm ³)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi)/ Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.551	2.862	2.868	12.731	-1.358	-0.0964	-9.64
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.550	2.860	2.869	12.718	-1.371	-0.0973	-9.73
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.553	2.859	2.870	12.743	-1.346	-0.0955	-9.55
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.554	2.861	2.869	12.756	-1.334	-0.0946	-9.46
										Media:	-9.60
										D.E.:	0.11

Nota: Elaboración propia

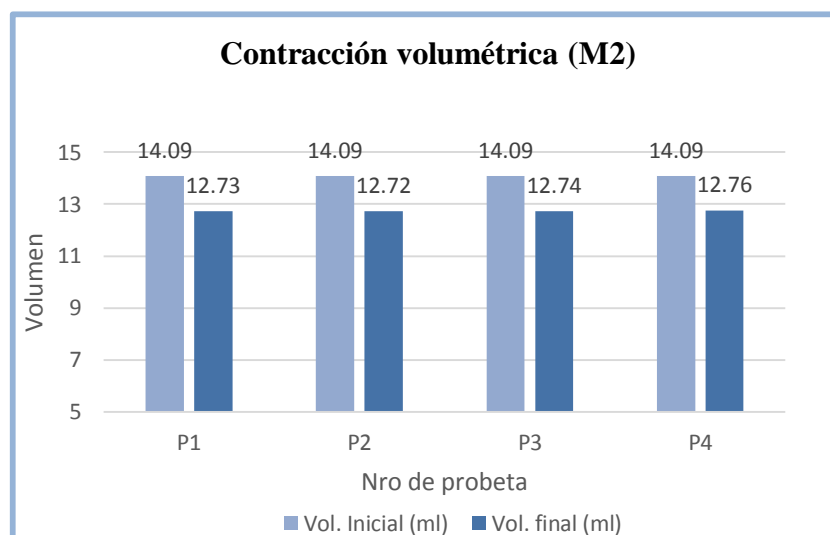


Figura 16: Contracción volumétrica de M2

Nota: Elaboración propia

En la figura 16 se observa que los volúmenes de pérdida son bastante parejos para las cuatro probetas. La media de M2 indica un promedio de 9.60% de cambio volumétrico donde nos indica regular contracción volumétrica en relación al volumen inicial. La desviación estándar es muy pequeña (.11)

B. Control de peso en el secado de M2 (Pérdida de humedad por secado)

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero M2 en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo (P₁₋₄) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 29, 47 y 168 horas.

Resultados

Tabla 15
Control de peso en el secado de M2

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						$ W_f - W_i $ (g)	% humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
P1	23.76	22.08	21.19	19.95	17.99	11.46	12.30	51.77
P2	23.23	21.50	20.66	19.55	17.81	11.00	12.23	52.65
P3	23.79	22.32	21.51	20.37	18.52	11.58	12.21	51.32
P4	23.67	21.96	21.07	19.87	17.95	11.60	12.07	50.99
							Media	51.68
							D.E.	0.72

Nota: Elaboración propia

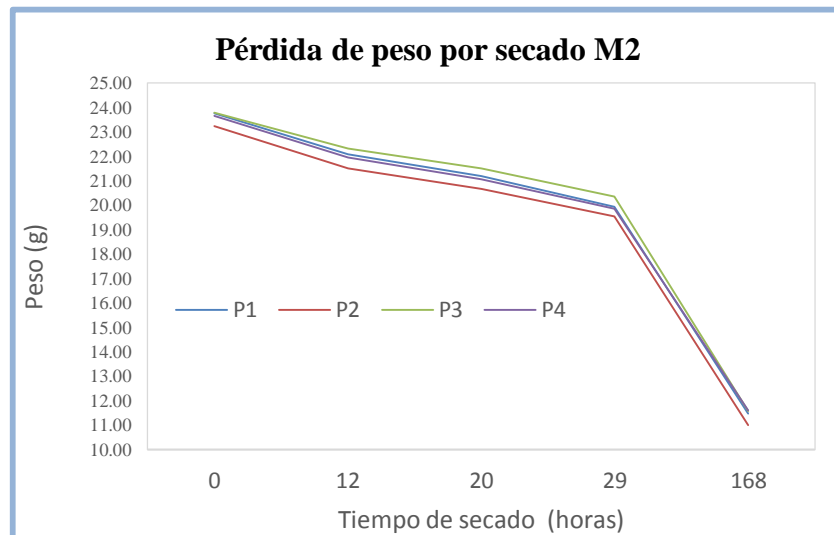


Figura 17: Pérdida de peso por secado M2

Nota: Elaboración propia

En la Figura 17 se ve que la trayectoria del secado de M2 mantiene una ligera ascendencia hasta las 29 horas al cabo de las cuales, la trayectoria descende de forma acelerada llegando a estabilizar a las 168 horas.

Tabla 16
Pérdida ponderal durante el secado de M2

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio
	W ₀ = 23.76	W ₀ = 23.23	W ₀ = 23.79	W ₀ = 23.67					\overline{W}_t %
	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	
0	23.76	0.00	23.23	0.00	23.79	0.00	23.67	0.00	0.00
12	22.08	7.07	21.50	7.45	22.32	6.18	21.96	7.22	6.98
20	21.19	10.82	20.66	11.06	21.51	9.58	21.07	10.98	10.61
29	19.95	16.04	19.55	15.84	20.37	14.38	19.87	16.05	15.58
47	17.99	24.28	17.99	22.56	18.52	22.15	17.95	24.17	23.29
168	11.46	51.77	11.46	50.67	11.58	51.32	11.6	50.99	51.19

Nota: Elaboración propia

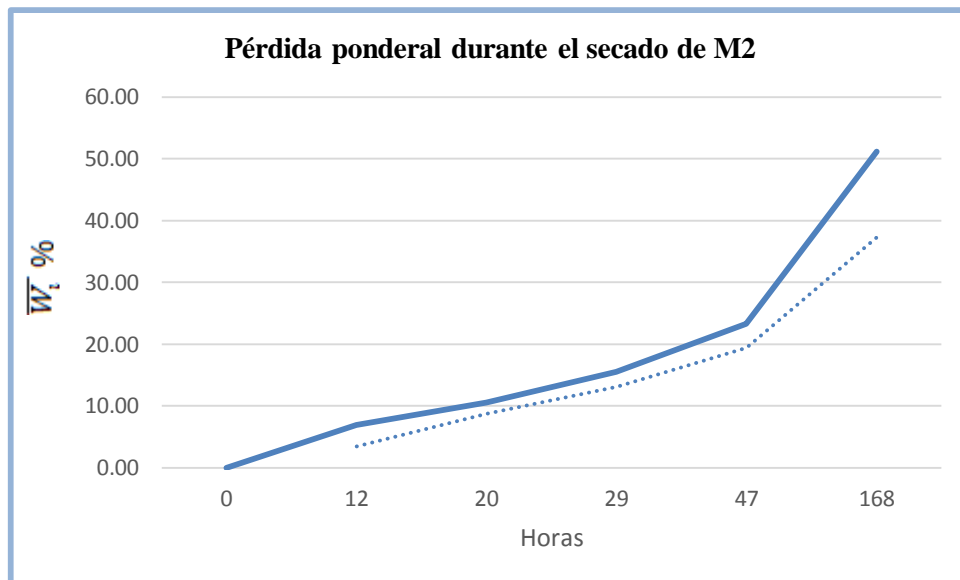


Figura 18: Pérdida ponderal durante el secado de M2
Nota: Elaboración propia

En la Figura 18 se observa que la línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en el punto de inflexión dado a las 47 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas. En las primeras doce horas la pérdida por secado es notoria.

C. Prueba de retención de agua de M2

Resultados

Tabla 17

Retención de agua de M2

Probetas	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso variante (g)	% Total de agua retenida
P1	13.19	13.91	.50	3.79
P2	13.25	13.99	.56	4.22
P3	13.15	13.84	.57	4.33
P4	13.20	14.94	.46	3.48
			Media	3.96
			D.E.	0.39

Nota: Elaboración propia

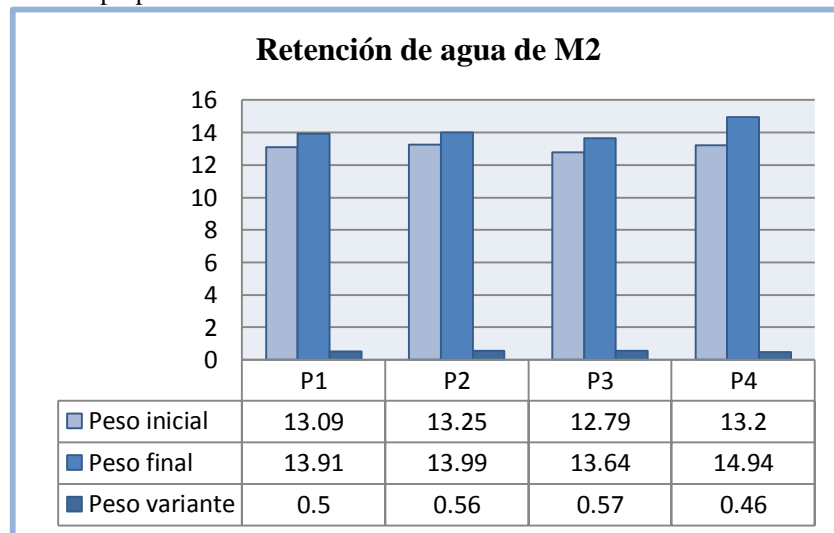


Figura 19: Retención de agua de M2

Nota: Elaboración propia

En la figura 19 se observa **que** M2 no tuvo una variación de peso mayor de 0.57 gramos que equivale el total del líquido retenido en la probeta.

D. Tabla de resistencia al arranque M2

Resultados

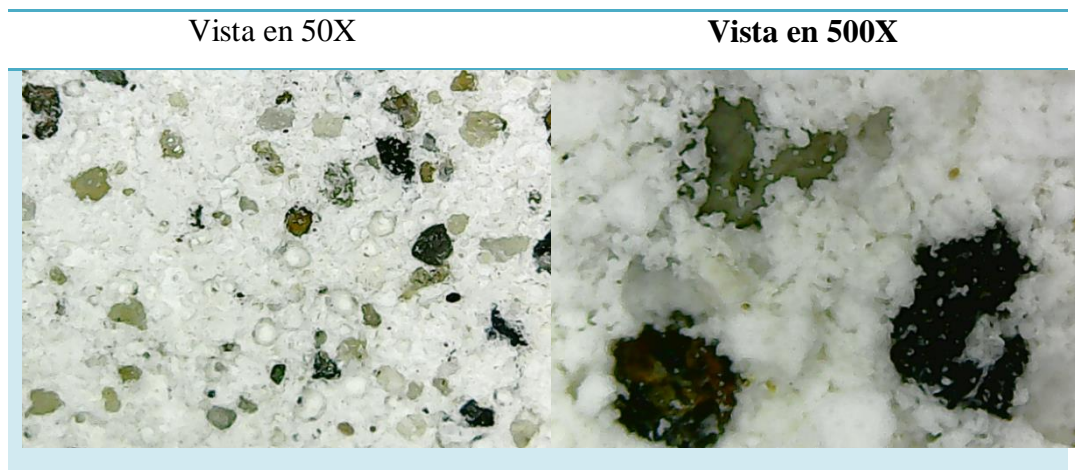
Tabla 18

Resistencia al arranque M2

Probetas (P)	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	P1 = 3.05 Lb
P2	P2 = 3.39 Lb
P3	P3 = 3.74 Lb
P4	P4 = 2.69 Lb
Media = 3.22 Lb	
D.E. = .45	
M2 posee excelente adherencia	

Nota: Elaboración propia

E. Observaciones de textura y dureza de M2



Distribución de las cargas: Excelente

Observaciones finales: Los resultados dados en M2, muestra un mortero compacto con una dureza absoluta en la escala de Mohs 3.

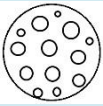




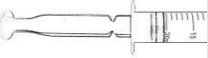


Figura 20: Vista microscópica de M2

Nota: Registro propio

Formulación y evaluación del mortero M3

Siguiendo el esquema utilizado para reportar los ensayos de la muestra anterior para la muestra M3, se procedió para su formulación y evaluación de la siguiente manera:

Tabla 19
Dosificación de M3

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	75.32	8
Arena			12	22.59	2.4
Ovoalbúmina			.6	1.12	1.2
H ₂ O			.5	.94	1
Volumen total de M3 en húmedo:			53.1 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

A. Determinación de la contracción volumétrica de M3.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 3 (M3) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Resultados

Tabla 20

Contracción volumétrica de M3

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi) / Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.510	2.822	2.828	12.051	-2.038	-0.1447	-14.47
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.511	2.820	2.826	12.042	-2.047	-0.1453	-14.53
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.512	2.820	2.827	12.054	-2.035	-0.1445	-14.45
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.509	2.823	2.826	12.038	-2.051	-0.1455	-14.55
Media:											-14.50
D.E. :											0.05

Nota: Elaboración propia

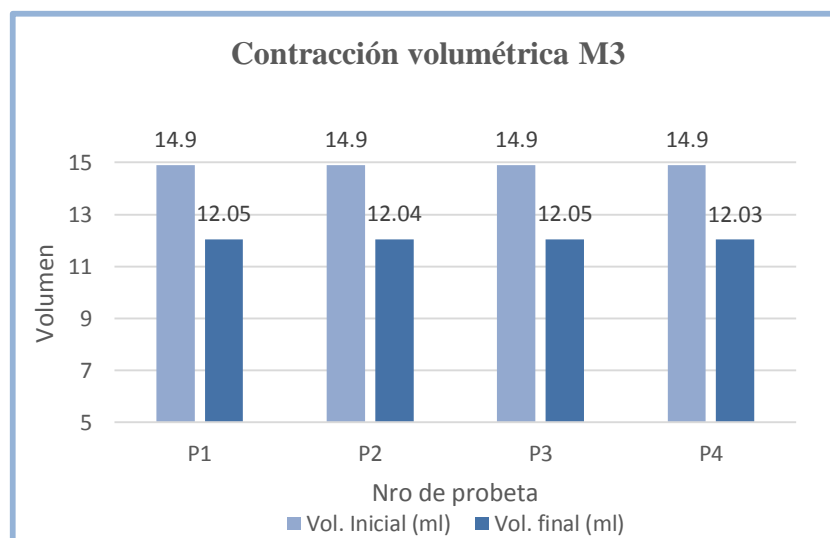


Figura 21: Contracción volumétrica de M3

Nota: Elaboración propia

La media de M3 indica un promedio de 14.50% de cambio volumétrico donde nos indica baja contracción volumétrica en relación al volumen inicial.

B. Control de peso en el secado de M3 (Pérdida de humedad por secado)

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero 3 (M3) en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo (P₁₋₄) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 29, 47 y 168 horas.

Resultados

Tabla 21
Control de peso en el secado de M3

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						W _f - W _i (g)	% Humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
24.81	21.55	21.66	20.21	18.29	11.80	13.01	52.44	24.81
25.25	22.49	22.63	21.58	19.73	11.90	13.35	52.87	25.25
24.43	22.76	21.76	20.67	18.80	11.64	12.79	52.35	24.43
25.49	22.56	22.42	21.28	19.32	11.98	13.51	53.00	25.49
							Media	25.0
							D.E.	0.7

Nota: Elaboración propia

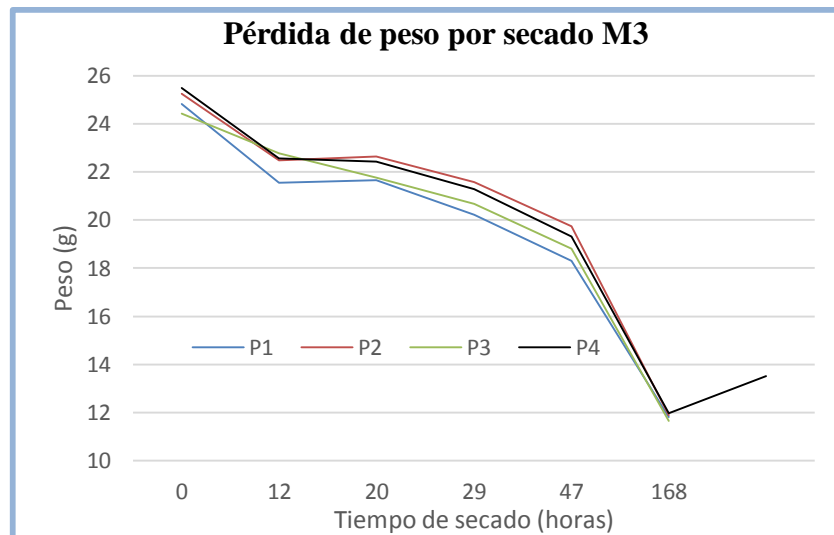


Figura 22: Pérdida de peso por secado M3
Nota: Elaboración propia

Interpretación: La línea de tendencia muestra que la pérdida de peso promedio se acelera hasta las 12 horas, manteniendo una ligera pausa de pérdida hasta las 20 horas pasado a las 47 horas la pérdida desciende de forma acelerada estabilizándose a las 168 horas.

Tabla 22

Pérdida ponderal durante el secado de M3

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio
	W ₀ =	24.81	W ₀ =	25.25	W ₀ =	24.43	W ₀ =	25.49	
	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	w _i (g)	W _i %	\bar{W}_t %
0	24.81	0.00	25.25	0.00	24.43	0.00	25.49	0.00	0.00
12	21.55	13.14	22.49	10.93	22.76	6.84	22.56	11.49	10.60
20	21.66	12.70	22.63	10.38	21.76	10.93	22.42	12.04	11.51
29	20.21	18.54	21.58	14.53	20.67	15.39	21.28	16.52	16.25
47	18.29	26.28	19.73	21.86	18.80	23.05	19.32	24.21	23.85
168	11.80	52.44	11.90	52.87	11.64	52.35	11.98	53.00	52.67

Nota: Elaboración propia

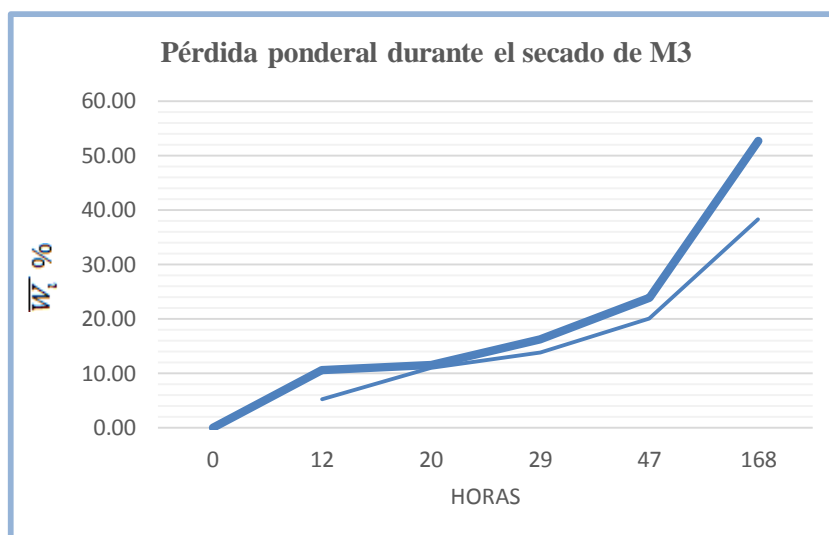


Figura 23: Pérdida ponderal durante el secado de M3

Nota: Elaboración propia

En la Figura 23, se observa que la línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en las primeras 12 horas manteniendo un ligero incremento de aceleración hasta llegar al punto de inflexión dado a las 47 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas.

C. Prueba de absorción de agua de M3

Resultados

Tabla 23

Retención de agua de M3

Probetas (P)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso variante (g)	% Total de agua retenida
P1	10.30	11.08	0.78	5.14
P2	9.88	10.56	0.68	5.62
P3	10.29	10.94	0.65	5.50
P4	9.53	10.23	0.70	4.07
			Media	5.08
			D.E.	0.71

Nota: Elaboración propia

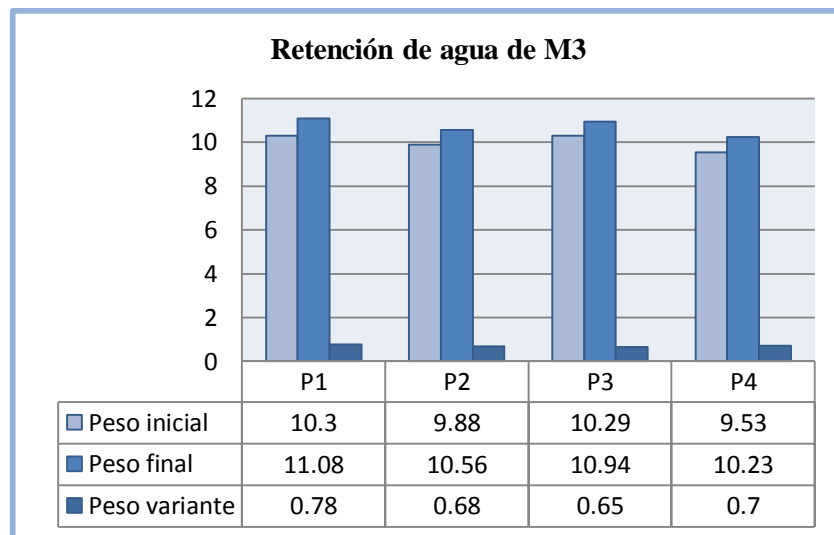


Figura 24: Retención de agua de M3

Nota: Elaboración propia

En la Figura 24 se observa que M3 no tuvo una variación de peso mayor de .78 gramos que equivale el total del líquido retenido en la probeta.

D. Prueba de resistencia al arranque de M3

Resultados

Tabla 24

Resistencia al arranque M3

Probetas (P)	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	P1 = 2.40 Lb
P2	P2 = 2.54 Lb
P3	P3 = 2.29 Lb
P4	P4 = 2.85 Lb
	Media = 2.52 Lb
	D.E. = .28

Observaciones finales de M3: M3 posee buena adherencia y se requiere de una fuerza de 2.52 Lb

Nota: Elaboración propia

E. Observaciones de textura y dureza de M3:



Observaciones: Los resultados dados en M3, muestra un mortero regularmente compacto con una dureza absoluta en la escala de Mohs 2.


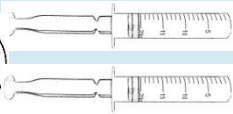



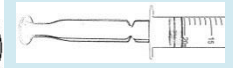

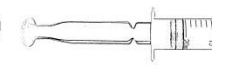
Figura 25: Vista microscópica de M3

Nota: Registro propio

Formulación y evaluación del mortero M4

Siguiendo el esquema utilizado para reportar los ensayos de la muestra anterior para la muestra M3, se procedió para su formulación y evaluación de la siguiente manera:

Tabla 25
Dosificación de M4

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	78.58	8
Arena			10	19.64	2
Ovoalbúmina			.4	1.12	0.8
H ₂ O			.5	.78	1
Volumen total de M4 en húmedo:			50.9	100%	

A. Determinación de la contracción volumétrica de M4.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 4 (M4) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Resultados

Tabla 26

Contracción volumétrica de M4

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm ³)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi)/ Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.470	2.782	2.787	11.398	-2.692	-0.1910	-19.10
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.473	2.780	2.786	11.409	-2.681	-0.1903	-19.03
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.471	2.781	2.785	11.393	-2.696	-0.1914	-19.14
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.471	2.780	2.787	11.397	-2.692	-0.1911	-19.11
Media:											-19.09
D.E.:											0.05

Nota: Elaboración propia

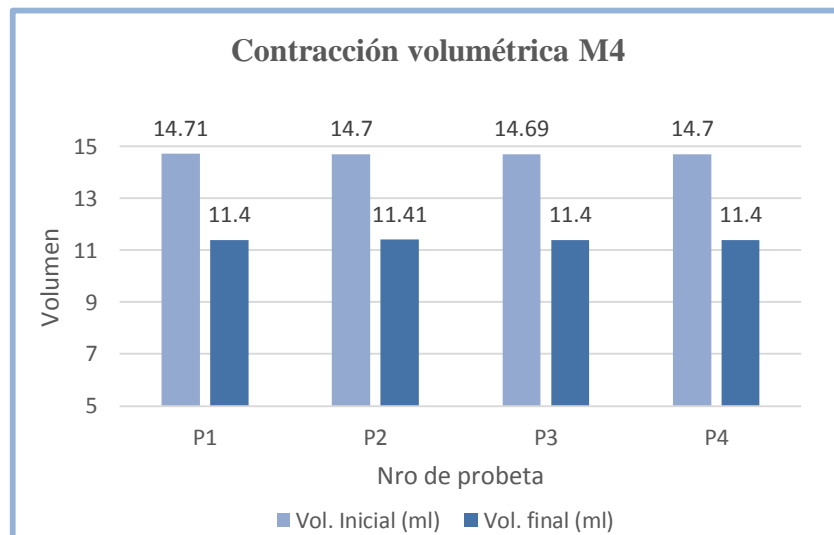


Figura 26: Contracción volumétrica M4

Nota: Elaboración propia

En la Figura 26 se ve que el promedio de 19.11% de cambio volumétrico indica regular contracción volumétrica en relación al volumen inicial.

B. Control de peso en el secado de M4 (Pérdida de humedad por secado)

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero 4 (M4) en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo (P_{1-4}) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 29, 47 y 168 horas.

Resultados:

Tabla 27
Control de peso en el secado de M4

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						$ W_f - W_{il} $ (g)	% humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
P1	24.26	23.15	22.05	20.71	18.64	12.33	11.93	49.18
P2	24.26	23.33	22.29	21.00	19.09	12.37	11.89	49.01
P3	25.33	23.50	22.42	20.98	18.91	12.35	12.98	51.24
P4	24.86	22.86	21.82	20.54	18.55	12.39	12.47	50.16
							Media	49.90
							D.E.	1.03

Nota: Elaboración propia

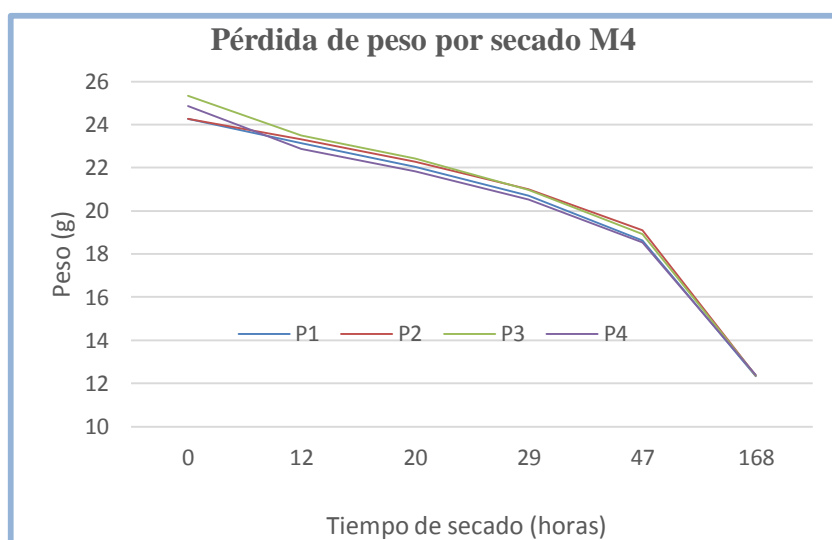


Figura 27: Pérdida de peso por secado M4
Nota: Elaboración propia

En la Figura 27, La línea de tendencia muestra que la pérdida de peso promedio de M4 desciende de forma homogénea hasta las 47 horas, pasado a ello la pérdida desciende de forma acelerada estabilizándose a las 168 horas.

Tabla 28

Pérdida ponderal durante el secado de M4

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio
	W ₀ = w _i (g)	W _i %	W ₀ = w _i (g)	W _i %	W ₀ = w _i (g)	W _i %	W ₀ = w _i (g)	W _i %	\overline{W}_t %
0	24.26	0.00	24.26	0.00	25.33	0.00	24.86	0.00	0.00
12	23.15	4.58	23.33	3.83	23.50	7.22	22.86	8.05	5.92
20	22.05	9.11	22.29	8.12	22.42	11.49	21.82	12.23	10.24
29	20.71	14.63	21.00	13.44	20.98	17.17	20.54	17.38	15.66
47	18.64	23.17	19.09	21.31	18.91	25.35	18.55	25.38	23.80
168	12.33	49.18	12.37	49.01	12.35	51.24	12.39	50.16	49.90

Nota: Elaboración propia

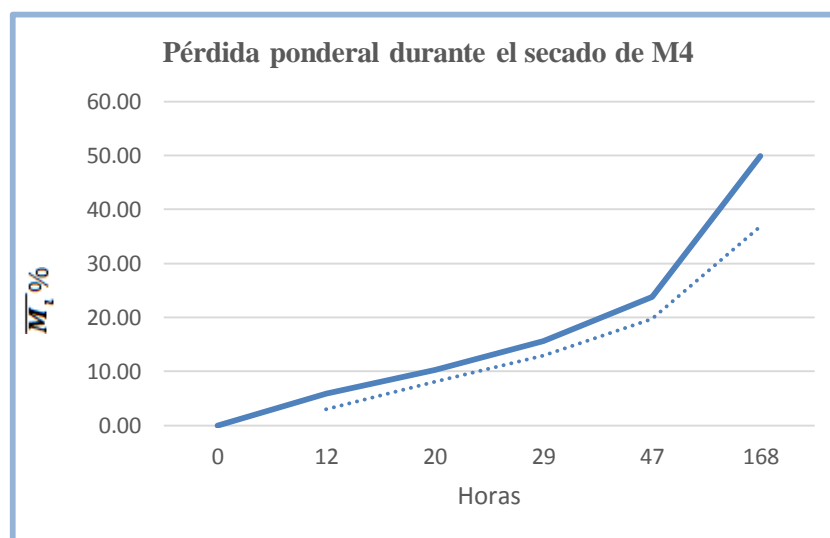


Figura 28: Pérdida ponderal durante el secado de M4

Nota: Elaboración propia

En la Figura 28, la línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en el punto de inflexión dado a las 47 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas.

C. Prueba de retención de agua de M4

Resultados

Tabla 29

Absorción de agua de M4

Probetas (P)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso variante (g)	% Total de agua retenida
P1	11.00	12.14	1.14	10.36
P2	9.92	11.07	1.15	11.59
P3	9.60	10.86	1.26	13.12
P4	9.00	10.38	1.38	15.33
			Media	12.60
			D.E.	2.14

Nota: Elaboración propia

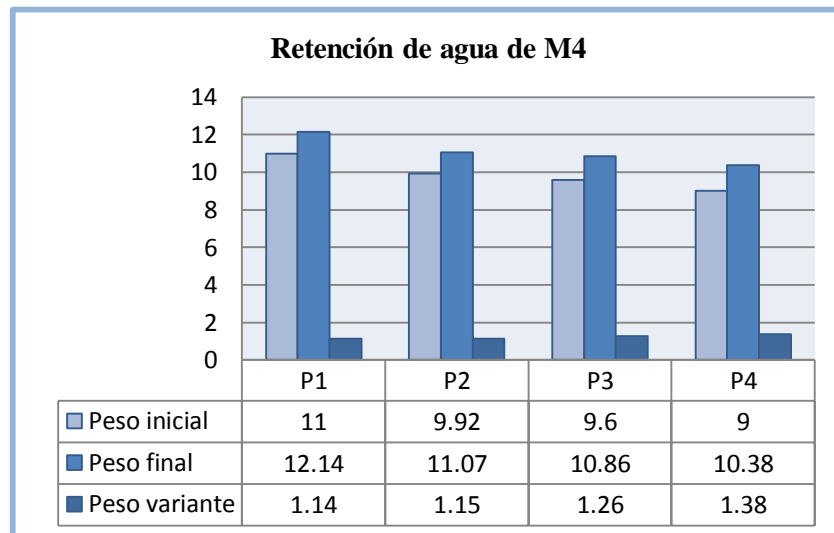


Figura 29: Retención de agua de M4

Nota: Elaboración propia

En la Figura 29, se observa que M4 no tuvo una variación de peso mayor de 1.26 gramos que equivale el total del líquido retenido en la probeta.

D. Prueba de resistencia al arranque de M4

Resultados

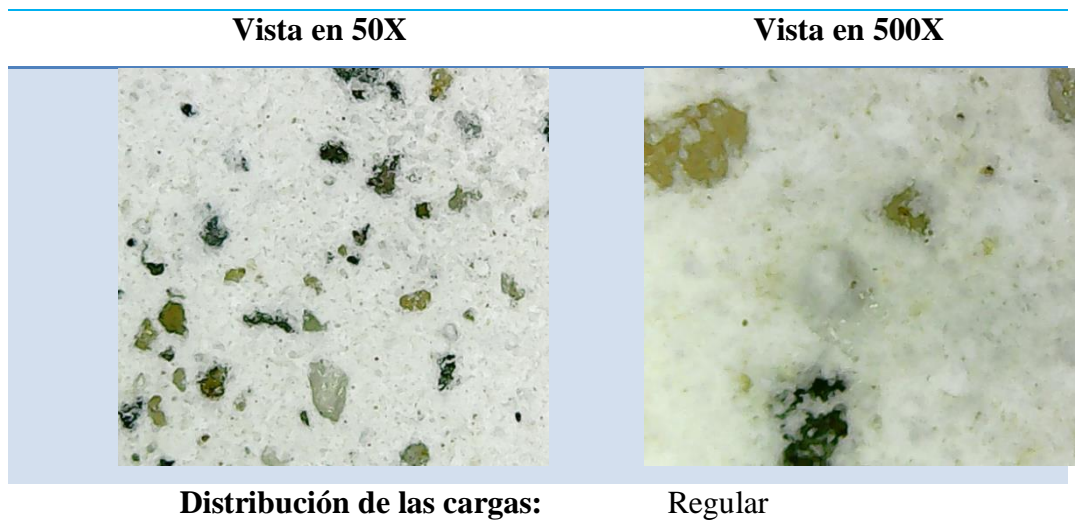
Tabla 30

Resistencia al arranque de M4

Probetas	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	1.65 Lb
P2	1.61 Lb
P3	1.52 Lb
P4	1.61 Lb
Media = 1.60 Lb	
D.E. = 0.06	

Nota: Elaboración propia

E. Observaciones de textura y dureza de M4



Observaciones: Los resultados dados en M4, muestra un mortero regularmente compacto con una dureza absoluta en la escala de Mohs 2.

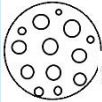
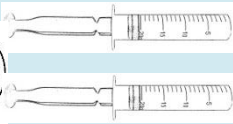

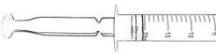




Figura 30: Vista microscópica de M4

Nota: Registro propio

Formulación y evaluación del mortero M5

Se procedió para su formulación y evaluación de la siguiente manera:

Tabla 31
Dosificación de M5

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	96.15	8
Arena			.4	.96	0.8
Ovoalbúmina			.3	.72	0.6
H ₂ O			.5	1.20	1
Volumen total de M5 en húmedo:			41.6 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

A. Determinación de la contracción volumétrica de M5.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 5 (M5) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Resultados

Tabla 32

Cambio volumétrico de M5

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm ³)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi)/ Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.43	2.742	2.747	10.771	-3.318	-0.2355	-23.55
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.433	2.740	2.746	10.782	-3.307	-0.2347	-23.47
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.431	2.741	2.745	10.767	-3.322	-0.2358	-23.58
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.431	2.740	2.747	10.771	-3.318	-0.2355	-23.55
Media:											-23.54
D.E. :											0.05

Elaboración propia

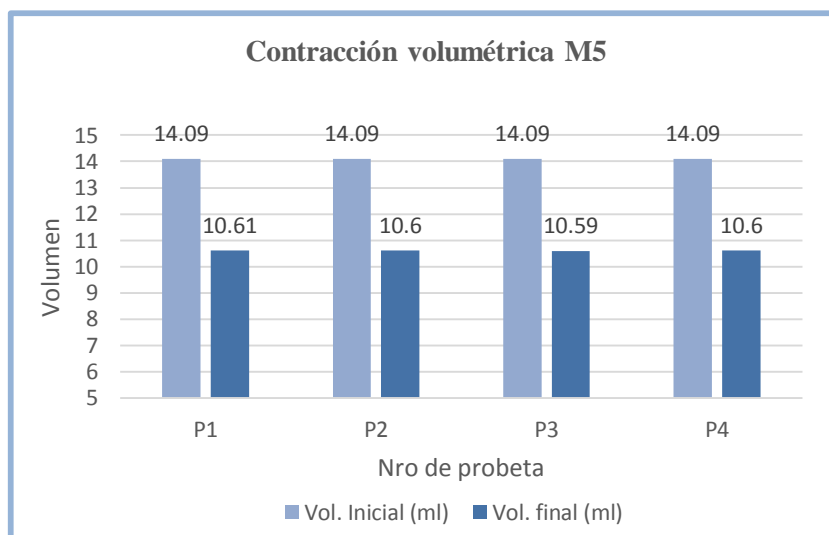


Figura 31: Contracción volumétrica M5

Nota: Elaboración propia

En la Figura 31, la media de M5 indica un promedio de 23.55% de cambio volumétrico que denota alta contracción volumétrica en relación al volumen inicial.

B. Control de peso en el secado de M5 (Pérdida de humedad por secado)

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero 5 (M5) en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo (P₁₋₄) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 29, 47 y 168 horas.

Resultados:

Tabla 33
Control de peso en el secado de M5

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						W _f - W _i (g)	% Humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
P1	23.28	21.49	20.78	20.09	15.13	10.21	13.07	56.14
P2	24.04	22.33	21.72	20.87	15.48	10.23	13.81	57.45
P3	23.38	21.55	20.93	20.15	15.12	10.09	13.29	56.84
P4	24.02	22.13	21.22	20.25	15.11	10.47	13.55	56.41
							Media	56.71
							D.E.	0.57

Nota: Elaboración propia

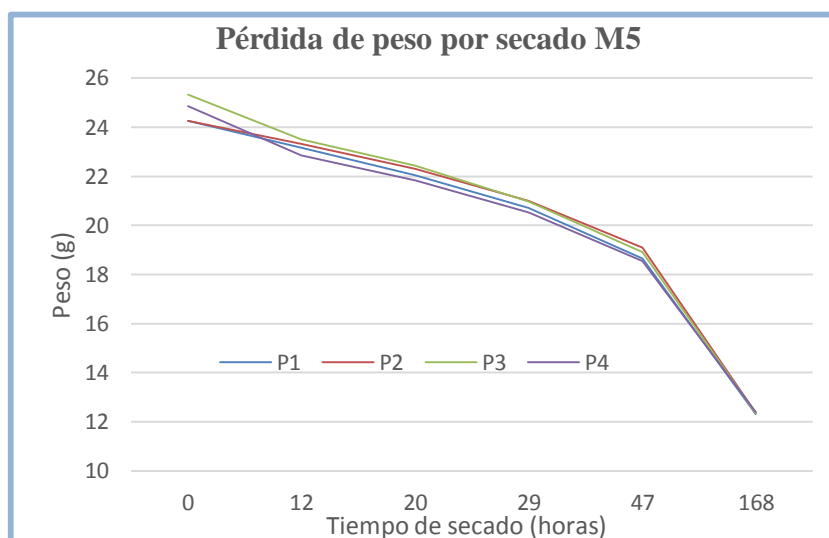


Figura 32: Pérdida de peso por secado M5

Nota: Elaboración propia

En la Figura 32, la línea de tendencia muestra que la pérdida de peso promedio de M5 desciende de forma homogénea hasta las 47 horas, pasado a ello la pérdida desciende de forma acelerada estabilizándose a las 168 horas.

Tabla 34

Pérdida ponderal durante el secado de M5

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio \overline{W}_t %
	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	
0	23.28	0.00	24.04	0.00	23.38	0.00	24.02	0.00	0.00
12	21.49	7.69	22.33	7.11	21.55	7.83	22.13	7.87	7.62
20	20.78	10.74	21.72	9.65	20.93	10.48	21.22	11.66	10.63
29	20.09	13.70	20.87	13.19	20.15	13.82	20.25	15.70	14.10
47	15.13	35.01	15.48	35.61	15.12	35.33	15.11	37.09	35.76
168	10.21	56.14	10.23	57.45	15.11	35.37	10.47	56.41	51.34

Nota: Elaboración propia

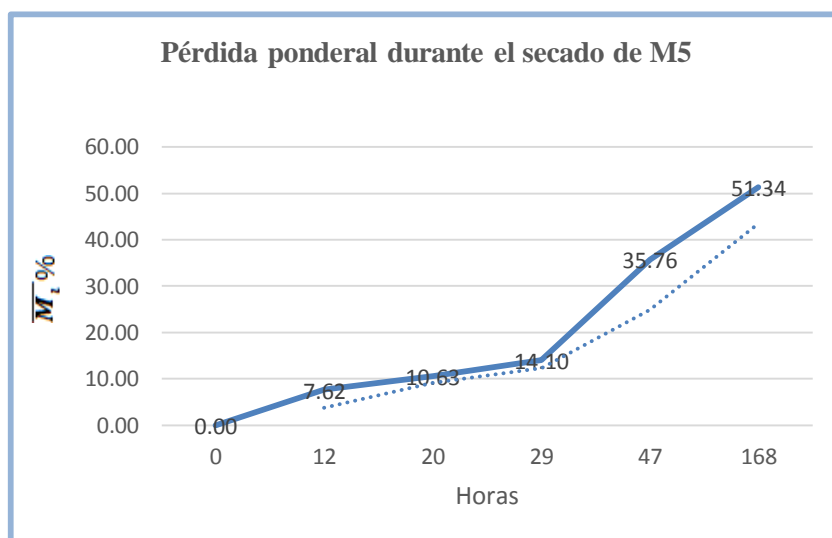


Figura 33: Pérdida ponderal durante el secado de M5

Nota: Elaboración propia

En la Figura 33, la línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en el punto de inflexión dado a las 29 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas.

C. Prueba de retención de agua de M5

Resultados

Tabla 35

Retención de agua de M5

Probetas (P)	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso variante (g)	% Total de agua retenida
P1	8.34	10.14	1.83	21,94
P2	8.46	10.11	1.65	19.50
P3	8.41	10.15	1.74	20.68
P4	8.39	10.21	1.82	21.69
			Media	15.47
			D.E.	1.10

Nota: Elaboración propia

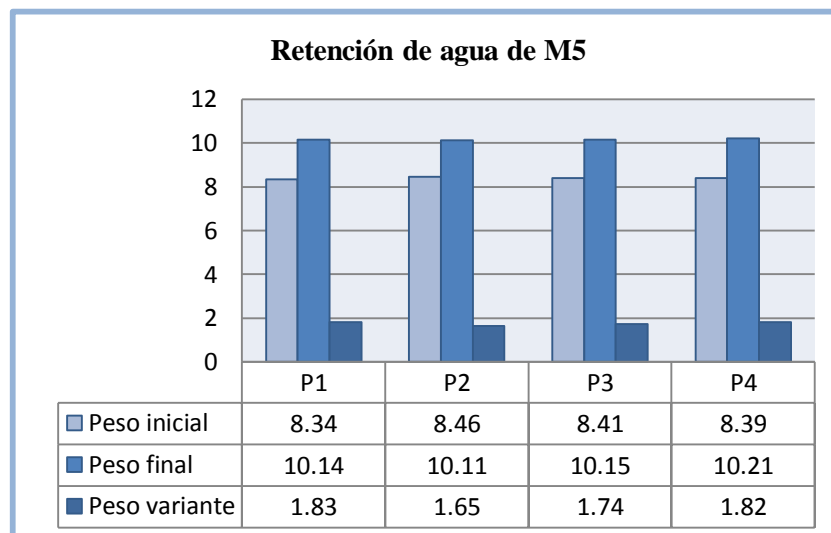


Figura 34: Retención de agua de M5

Nota: Elaboración propia

En la Figura 34, se observa que M5 no tuvo una variación de peso mayor de 1.83 gramos que equivale el total del líquido retenido en la probeta

D. Prueba de resistencia al arranque de M5

Resultados

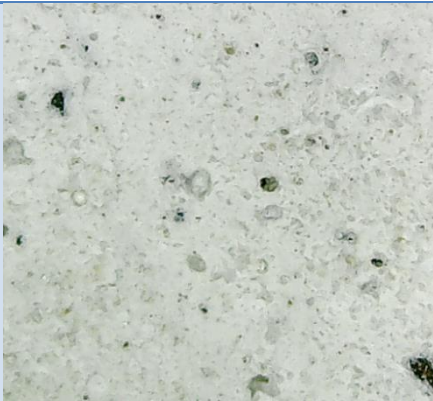

Tabla 36

Resistencia al arranque de M5

Probetas (P)	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	P1 = 1.70 Lb
P2	P1 = 1.67 Lb
P3	P1 = 1.68 Lb
P4	P1 = 1.71 Lb
Media = 1.69 Lb	
D.E. = 0.28	

Nota: Elaboración propia

E. Observaciones de textura y dureza de M5

Vista en 50X	Vista en 500X
	
Distribución de las cargas:	Malo

Observaciones: Los resultados dados en M5, muestra un mortero inestable con presencia de grietas, una dureza absoluta en la escala de Mohs 1.

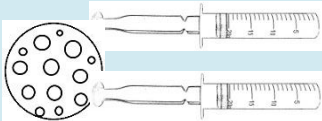


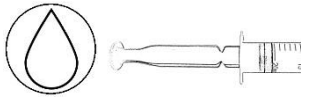
Figura 35: Vista microscópica de M5

Nota: Registro propio

Formulación y evaluación del mortero M6

Siguiendo el esquema utilizado para reportar los ensayos de la muestra anterior para la muestra M6, se procedió para su formulación y evaluación de la siguiente manera:

Tabla 37
Dosificación de M6

Componente	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en ml	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	97.79	199
Arena			0.2	0.49	1
Ovoalbúmina			0.2	0.49	1
H ₂ O			0.5	1.23	6
Volumen total de M6 (húmedo):			40.9 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

A. Determinación de la contracción volumétrica de M6.

Objetivo: Medir la contracción volumétrica del mortero cálcico 6 (M6) con la finalidad de corregir la formulación mediante el uso del árido.

Resultados

Tabla 38

Contracción volumétrica de M6

Nro. probeta	Altura (cm)	Largo (cm)	Áncho (cm)	Vol. inicial (cm ³)	Altura final (cm)	Largo final (cm)	Ancho final (cm ³)	Vol. final (cm ³)	Vf-Vi	(Vf - Vi)/ Vi (cm ³)	Cambio volumétrico (%)
P1	1.630	2.940	2.940	14.089	1.390	2.702	2.707	10.167	-3.922	-0.2784	-27.84
P2	1.630	2.940	2.940	14.089	1.393	2.700	2.706	10.178	-3.912	-0.2776	-27.76
P3	1.630	2.940	2.940	14.089	1.391	2.701	2.705	10.163	-3.926	-0.2787	-27.87
P4	1.630	2.940	2.940	14.089	1.391	2.700	2.707	10.167	-3.922	-0.2784	-27.84
										Media:	-27.83
										D.E.:	0.04

Nota: Elaboración propia

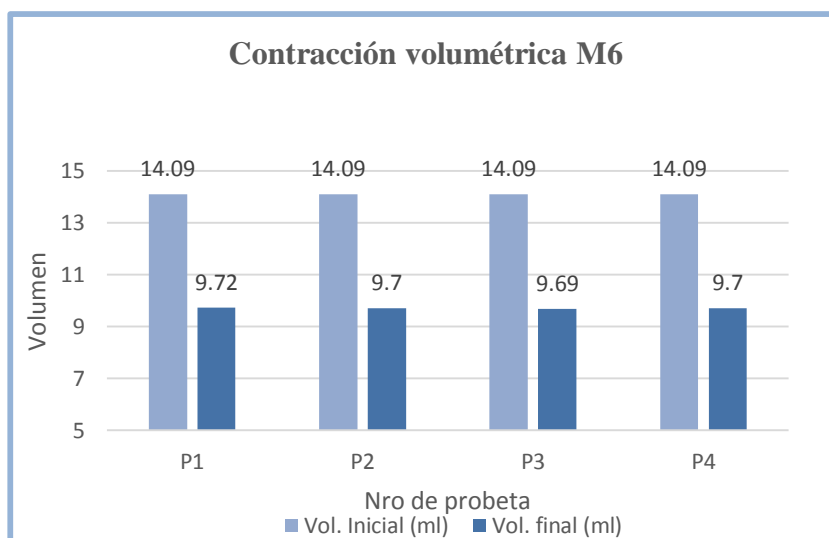


Figura 36: Contracción volumétrica M6

Nota: Elaboración propia

En la Figura 36, se tiene un promedio de 27.84% de cambio volumétrico que indica alta contracción volumétrica en relación al volumen inicial.

B. Control de peso en el secado de M6 (Pérdida de humedad por secado)

Objetivo: Medir la pérdida de humedad del mortero 6 (M6) en función del tiempo dado en horas, con la finalidad de conocer su permeabilidad.

Procedimiento: Las probetas de ensayo (P₁₋₄) se pesaron con una aproximación de dos cifras decimales, en los intervalos de tiempo cero (recién elaboradas), 12, 20, 29, 47 y 168 horas.

Resultados

Tabla 39
Control de peso en el secado de M6

Nro. Probeta	Tiempo de secado (horas)						W _f - W _i (g)	% Humedad perdida
	0	12	20	29	47	168		
P1	24.59	22.79	21.76	20.55	15.10	10.50	14.09	57.30
P2	24.59	22.34	21.50	20.49	14.95	10.34	14.25	57.95
P3	24.16	22.53	21.65	20.57	15.05	10.33	13.83	57.24
P4	24.01	22.24	21.33	20.53	15.38	10.55	13.46	56.06
							Media	57.14
							D.E.	0.79

Nota: Elaboración propia

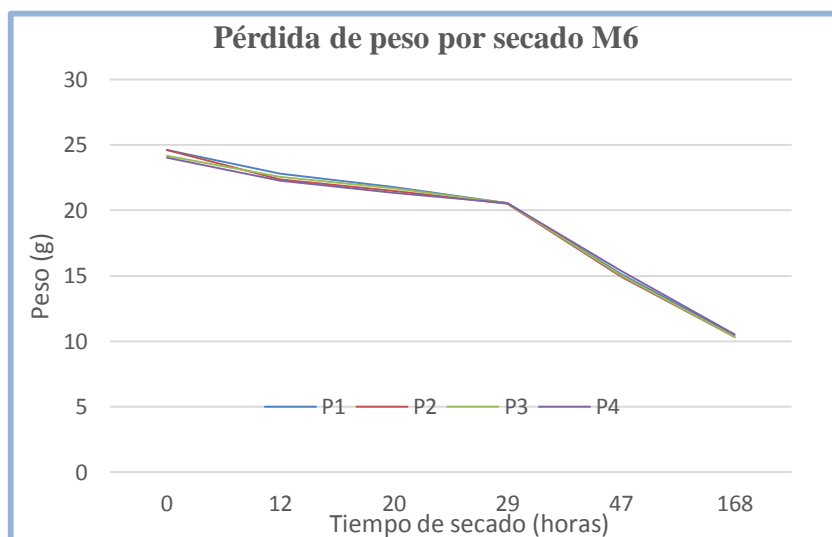


Figura 37: Pérdida de peso por secado M6
Nota: Elaboración propia

En la Figura 37, la línea de tendencia muestra que la pérdida de peso promedio de M6 desciende de forma homogénea hasta las 29 horas, pasado a ello la pérdida desciende de forma acelerada estabilizándose a las 168 horas.

Tabla 40

Pérdida ponderal durante el secado de M6

Intervalos de medida (hrs)	P1		P2		P3		P4		Valores promedio
	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	W ₀ =	W _i %	\overline{W}_t %
0	24.59	0.00	24.59	0.00	24.16	0.000	24.01	0.00	0.00
12	22.79	7.32	22.34	9.15	22.53	6.75	22.24	7.37	7.65
20	21.76	11.51	21.50	12.57	21.65	10.39	21.33	11.16	11.41
29	20.55	16.43	20.57	16.35	20.57	14.86	20.53	14.49	15.53
47	15.10	38.59	15.05	38.80	15.05	37.71	15.38	35.94	37.76
168	10.50	57.30	10.33	57.99	10.33	57.24	10.55	56.06	57.15

Nota: Elaboración propia

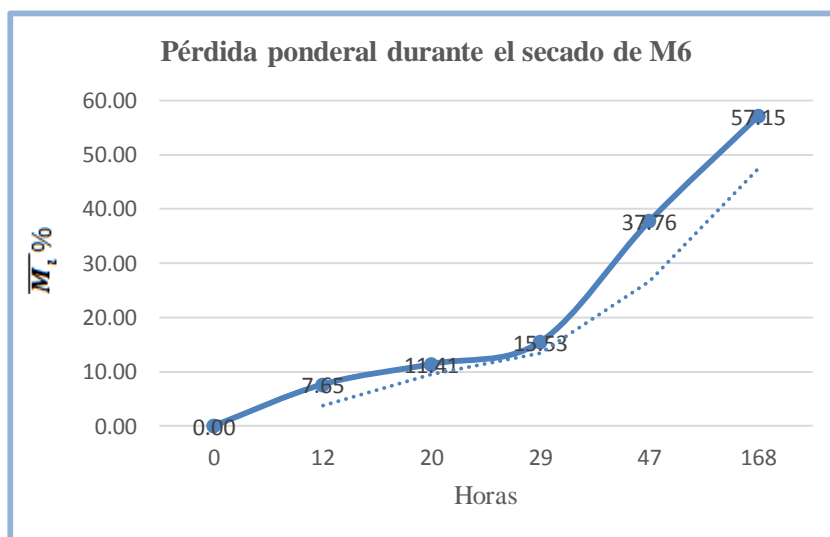


Figura 38: Pérdida ponderal durante el secado de M6

Nota: Elaboración propia

Interpretación: La línea de tendencia (línea punteada) muestra que la pérdida de humedad promedio se acelera en el punto de inflexión dado a las 29 horas, estabilizándose la evaporación del agua al cabo de 168 horas.

C. Prueba de retención de líquidos de M6

Resultados

Tabla 41
Absorción de agua de M6

Probeta	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso variante (g)	% Total de agua retenida
P1	9.56	11.15	1.59	16.63
P2	9.59	11.04	1.45	15.11
P3	9.53	11.05	1.53	16.05
P4	9.51	11.08	1.58	16.61
			Media	16.10
			D.E.	0.71

Nota: Elaboración propia

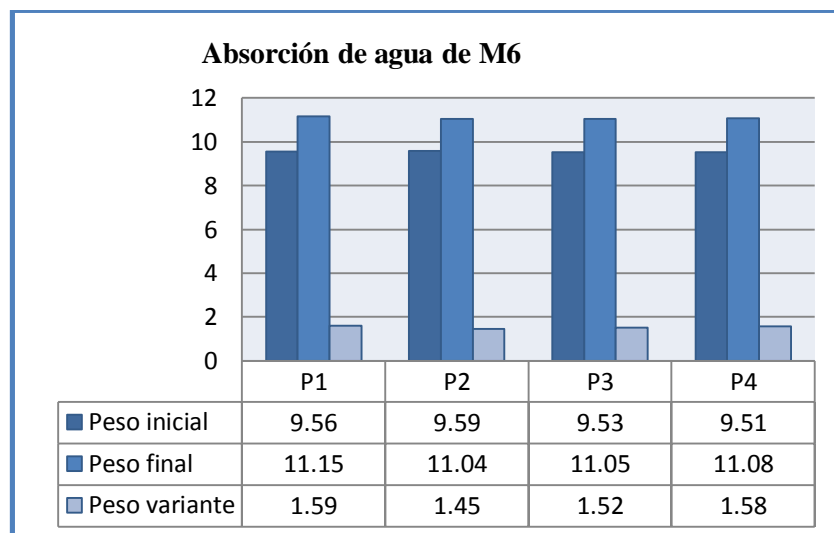


Figura 39: Retención de agua de M6

Nota: Elaboración propia

En la Figura 39 se observa que M6 no tuvo una variación de peso mayor de 1.59 gramos que equivale el total del líquido retenido en la probeta.

D. Prueba de resistencia al arranque de M6

Resultados

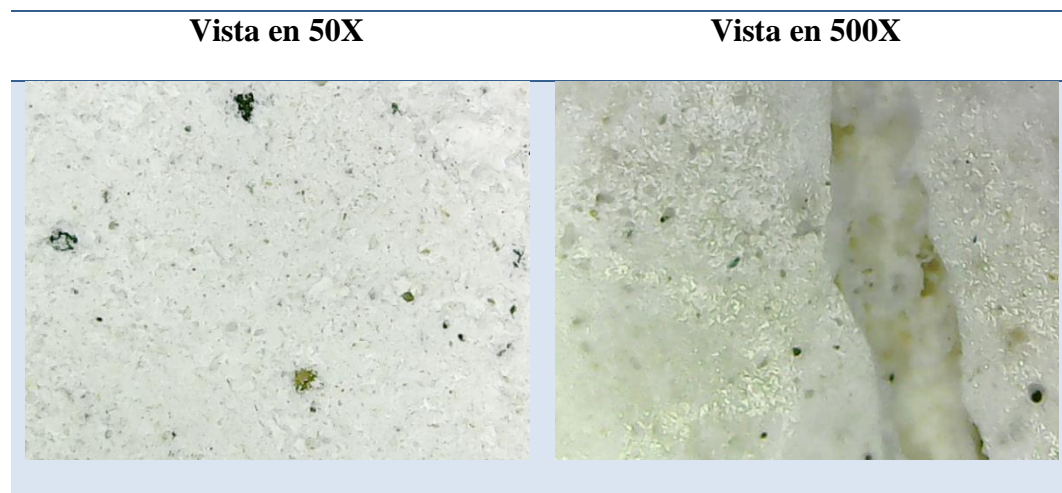
Tabla 42

Resistencia al arranque de M6

Probetas (P)	Fuerza máxima de arranque (N)
P1	P1 = 1.77 Lb
P2	P2 = 1.76 Lb
P3	P3 = 1.77 Lb
P4	P4 = 1.74 Lb
Media = 1.76 Lb	
D.E. = .01	

Nota: Elaboración propia

D. Observaciones de textura y dureza de M6



Distribución de las cargas: Pésimo

Observaciones: Los resultados dados en M6, muestra un mortero inestable con presencia de grietas y una dureza absoluta en la escala de Mohs 1.

Figura 40: Vista microscópica de M6
Nota: Registro propio

4.3. *Discusión de resultados: Elección del mortero de revoque para la restauración de la pintura mural seleccionada.*

Rodríguez (2016) sostiene que los morteros que se usan en restauración llegan a formar parte de la edificación o del monumento que lo requiere, y es necesario que cumpla con las siguientes condiciones básicas.

- No debe dañar al elemento arquitectónico intervenido, ni modificarle sus propiedades.
- Debe tener característica y propiedades similares a las del mortero original.
- No debe modificar la estética inicial del elemento arquitectónico ni del conjunto de la edificación o monumento.
- Su interacción con los agentes ambientales no puede causar ningún tipo de alteración en el conjunto arquitectónico.
- Ha de ser durable en el tiempo.

Consiguientemente, para cumplir estos requisitos los morteros deben de ser aproximarse lo más posible a los originales en su composición y en sus características o propiedades, sin pretender hacer o crear falsificaciones.

En la Tabla 43 se recopilan los datos para las pruebas a las que fueron sometidos los morteros formulados en esta investigación con el objetivo de reconocer las características mínimas deseadas para la restitución del intónaco de la pintura mural motivo de investigación.

Tabla 43
Cuadro resumen de los resultados

Mortero	Contracción Volumétrica %	Pérdida de Humedad %	Retención de agua %	Resistencia al arranque Lb	Dureza (Mohs)
M1	4.71	50.22	1.55	2.43	3
M2	9.60	51.68	3.96	3.22	3
M3	15.00	25.00	5.08	2.52	2
M4	19.10	19.01	12.60	1.60	2
M5	23.54	23.54	20.62	1.69	1
M6	27.83	27.83	16.10	1.76	1

Nota: Elaboración propia

En la elección del mortero se hace uso de un razonamiento heurístico, consiguientemente no se aplicó una jerarquización lineal en los conceptos comparados.

Las seis formulaciones fueron sometidas a las siguientes pruebas: contracción volumétrica, pérdida de humedad, retención de agua, resistencia al arranque, dureza en la escala de Mohs y, finalmente la textura como observación cualitativa.

El análisis inicial permite observar que los morteros M5 y M6 tienen una dureza 1 en la escala de Mohs. Este valor corresponde a la dureza del talco en esa escala comparativa, consiguientemente un enfoscado de tal dureza sería fácilmente rayado con materiales de igual o mayor dureza, lo cual hace desaconsejable su utilización por no ser un mortero compacto que una vez aplicado sobre el *arricio* o enfoscado grueso se desprendería fácilmente lo cual se corrobora con los valores de resistencia al arranque, que son 1.69 y 1.76 libras. Pudiendo calificar a los morteros como altamente fiables.

También tienen valores altos en la contracción de volumen (23.54 y 27.83%) y en retención de agua (20.62 y 16.10%). Los valores de la contracción indican la pérdida de un cuarto de volumen promedio, lo que indica que se necesitaría una posterior aplicación para reparar los vacíos que se generarían a causa de su uso.

La retención de agua al dar valores altos implica que se pone en riesgo la estabilidad de la capa de mortero pudiendo propiciarse la proliferación de microorganismos.

Consiguientemente, como resultado del análisis heurístico inicial quedan descartados para su utilización.

El estudio comparativo entre los cuatro morteros restantes permite llegar a las siguientes conclusiones.

Los morteros M3 y M4 tienen una dureza de 2, que en la misma escala usada corresponde a yeso, si bien es una dureza que podría hacer aptos a estos morteros, tienen como criterio opuesto la resistencia al arranque que exhiben. El mortero M4 con 1.6 lb de resistencia al arranque se aproxima mucho a los

morteros M5 y M6 ya descartados y tiene una retención hídrica de 12.60% respecto de su peso. Características que desaconsejan su utilización. El mortero M3 muestra una contracción volumétrica de 15% aunque una excelente pérdida y consiguientemente baja retención hídrica; característica que podrían sugerir su uso aparente.

Los morteros M1 y M2 poseen propiedades más promisorias. El análisis comparativo entre estos últimos morteros permite llegar a las siguientes conclusiones:

Primero analizando M1 cuya contracción volumétrica es 4.71% indica que podría ser un buen mortero, sin embargo la resistencia a la fuerza de arranque está por debajo de los 3Lb deduciendo esta capacidad aditiva del mortero en el muro no será posible su aplicación puesto que con el tiempo se corre el riesgo de que esta se pudiera desprender del muro o simplemente se disgregue por falta de cohesión por ello no es recomendable su uso en la restauración, por otro lado la capacidad de retención de agua está por debajo de 2 % lo que indica de que el mortero estructuralmente no está saturado u obstaculizando el paso de los fluidos todo mortero tiene la capacidad de adsorber y expulsar agua, es una dinámica al que se somete el mortero frente a los hechos climatológicos que ayuda a la contracción y expansión de los estratos y que permite una tolerancia frente a los cambios físicos que soporta en el tiempo todo el conjunto del mural, desde el soporte hasta la capa pictórica.

Por ello M1, que fue formulado siguiendo la experiencia de campo obtenida durante el ejercicio laboral, quedó como base para modificar la dosificación y permitir una mejora en M2 en sus propiedades como mortero.

La contracción volumétrica está por debajo de los 10% lo cual es permisible en el proceso de secado; el 9.6% de pérdida significa la evaporación del agua y el 90.4% es el volumen restante del mortero seco en la superficie del muro.

La prueba para determinar la retención de agua se hizo con la finalidad de evaluar la porosidad del mortero que se manifiesta como la propiedad de saturar los poros con humedad durante ciertas condiciones medioambientales y su

posterior expulsión independientemente de su origen sea intrínseco o extrínseco, el valor de la media de 3,96% de retención de agua de M2.

La resistencia de arranque es superior frente a los otros ensayos, el resultado de M2 da 3.22Lb de resistencia, por ello tiene buena adherencia en la superficie del muro lo que permite una permanencia prolongada después de su aplicación.

Es muy importante mencionar la capacidad aditiva de un mortero, puesto que los estratos dependen y se valen de esta propiedad para no sufrir desprendimientos ya sea en corto mediano y largo plazo y por otro lado proporcionan flexibilidad cuando estas se someten a movimientos ocasionados por factores geológicos, físicos, o el factor humano.

Otro resultado de los ensayos que aconseja la utilización de M2 es la dureza 3 dentro de la escala de Mohs lo que equivale a una calcita y que esta tenga una resistencia al rose o fricción frente a los diversos factores que puedan dañar el mortero. Recordando el ciclo de obtención de las cales aéreas reportado en el marco teórico, esta dureza permite concluir que se habría completado la carbonatación del mortero reconstituyéndose de manera conveniente su mineral de origen.

Finalmente, la textura porfídica del mortero permite reconocer que el tránsito hídrico durante la evaporación es la idónea.

Concluido este análisis heurístico, se optó por la utilización del mortero M2, cuyas proporciones se escalaron a las medidas necesarias para su utilización.

CAPÍTULO V

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA PINTURA MURAL DEL TEMPLO SAN SALVADOR – CUSCO

5.1 Breve descripción del templo y ubicación de la pintura mural

5.1.1 Reseña histórica y antecedentes de intervenciones previas.

La siguiente información en relación al templo cuya pintura mural constituye la unidad de análisis en estudio ha sido consultado y reseñado del Libro de ingresos y Egresos de la Cofradía del patrón del templo San Salvador del Mundo y contiene información que data de 1629 a 1778.

Este libro es parte del acervo documental del Archivo Arzobispal de Cusco.

Entre los años de 1746 -1794 se estaban trabajando las cubiertas, armándose con madera rolliza extendida al sector de la nave y presbiterio, así mismo enlucido de los muros de la Epístola, siendo dirigida la obra por el maestro Fernando García de Paredes, durante el periodo del párroco Manuel Joseph de Arroyo. Según esta información el templo de San Salvador del Mundo, fue intervenido siendo modificado posiblemente desde los cimientos como señala la inscripción en referencia, quedando si claro que la cubierta dejó de tener cualquier evidencia de las bóvedas que se indican en 1678, siendo fabricada una de par y nudillo.



Figura 41: Vista general del templo Patrón Salvador del Mundo.
(Registro propio, Drone Phantom 4Pro)

Las intervenciones permanentes que tuvo el templo generalmente estaban relacionadas a su retejo efectuadas anualmente, es posible apreciar dicha actividad en los libros de fábrica inclusive luego de iniciada la época republicana, pese a que durante dicho tiempo el interés hacia la evangelización y las instituciones encargadas dejó de ser de interés prioritario.

Sin embargo, el estado de conservación del templo de San Salvador del Mundo de Chuquibamba, a inicios del siglo XIX debió ser malo, puesto que desde el año de 1827 se empezaron a hacer reparaciones en el mismo hasta el año 1833, a cargo del cura Don Bartolomé Estrada, invirtiendo la suma de 323 pesos, después de los que transmitió no estar completamente satisfecho debido a que no se pudieron hacer todas las obras deseadas por falta de fondos.

Los trabajos estaban dirigidos a la refacción de muros, reconstrucción del coro, puerta en el muro testero y construcción del cementerio, este último habría consistido entre otros, en la fábrica de una arquería a manera de capilla absidal cuyo remate de muro cuenta con adarajas rememorando el renacentismo en el que trascendió el estilo mudéjar. La capilla absidal a la que se accedía por la parte posterior del Altar Mayor, mediante una puerta, era utilizada para desarrollar las ceremonias fúnebres que culminaban con la sepultura de los cuerpos en el espacio al que se proyectaba.



Figura 42: Vista aérea del templo. Foto orto mosaico del templo (Registro propio, levantamiento topográfico, RPA, Phamton 4Pro)

5.1.2 Descripción del templo.

El templo está ubicado al costado de la plaza principal de San Salvador, la posición del templo da la espalda a la salida del sol. Posee dos accesos al interior; uno principal por el atrio central y el otro por el atrio lateral epístola, posee una sola nave que alberga una serie de obras de arte entre ellas: retablos, pinturas de caballete, pinturas murales, esculturas, mobiliario.

Consta además de un baptisterio, una torre campanario, dos capillas y dos sacristías.

El templo tiene una planta en forma de cruz patriarcal o papal que está distribuida de la siguiente manera:

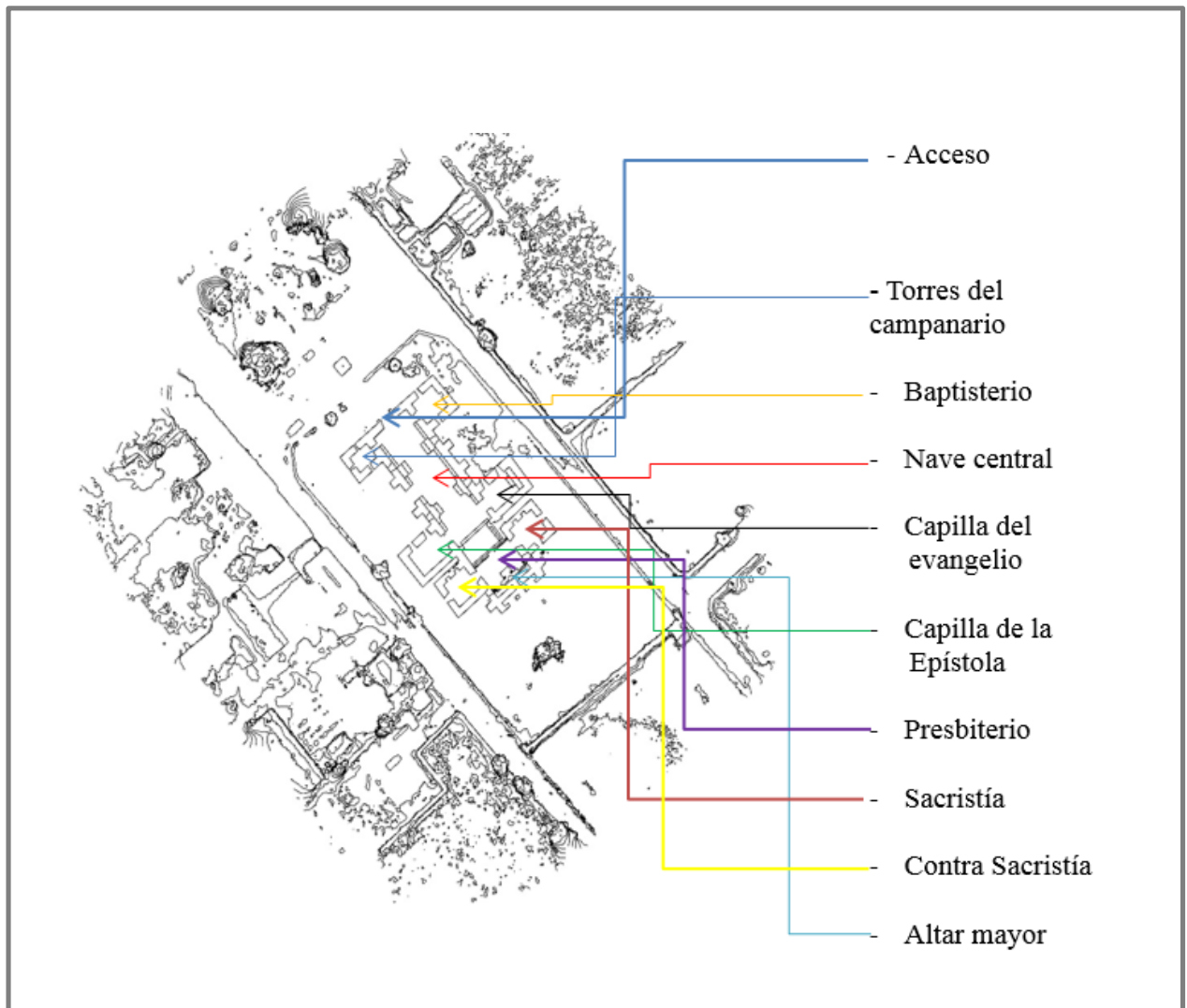


Figura 43: Plano topográfico y distribución de los compartimientos del Templo
(Elaboración propia, levantamiento topográfico, RPA, Phamton 4Pro)

5.1.3 Ubicación de la pintura mural en planta y registro fotográfico inicial.

La pintura mural se encuentra ubicada en la nave central, sector muro de la epístola, tras el Retablo Virgen de las Nieves.

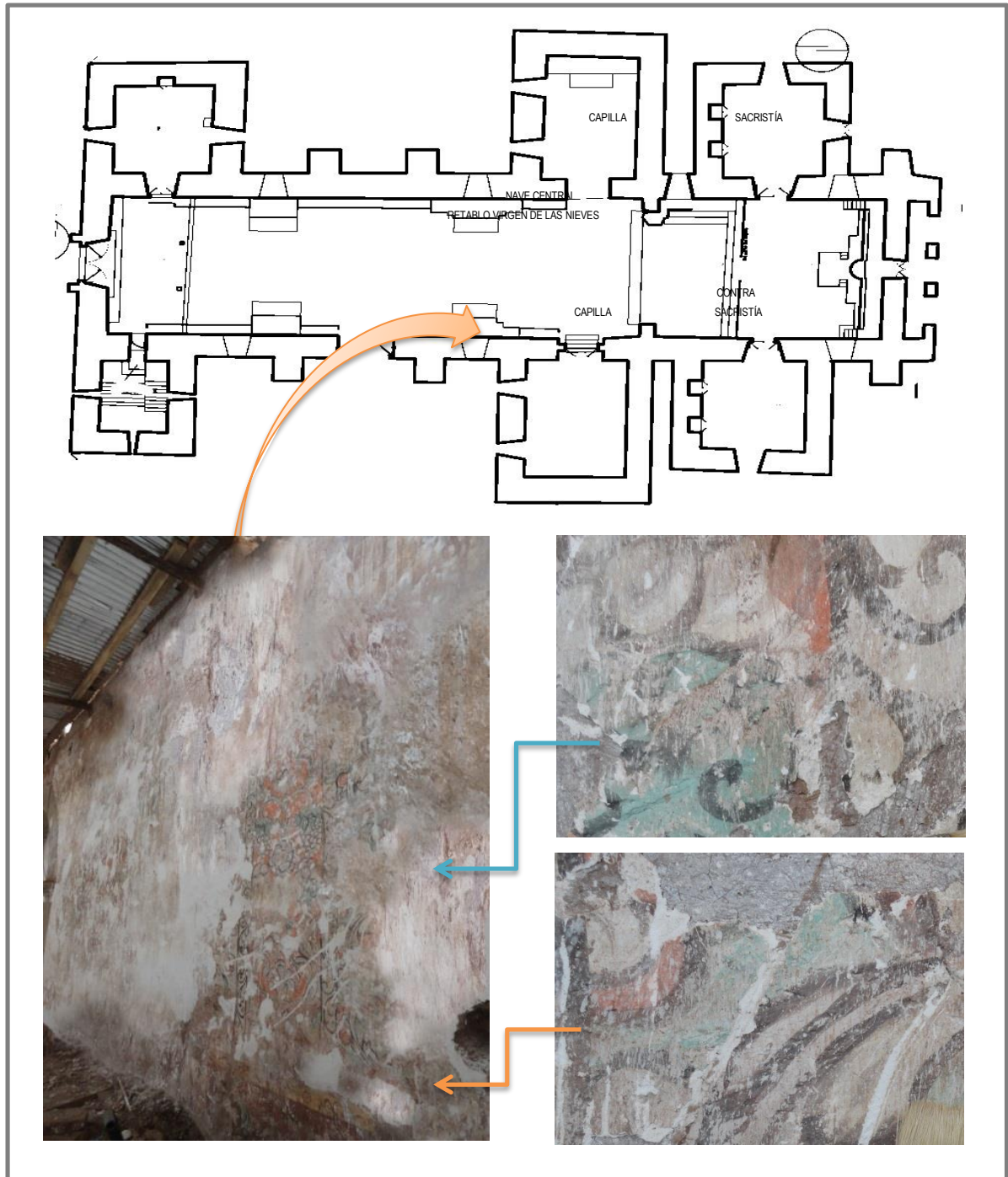


Figura 44: Ubicación de la pintura mural en el plano de planta.

Nota: Registro propio

5.2 Descripción iconográfica

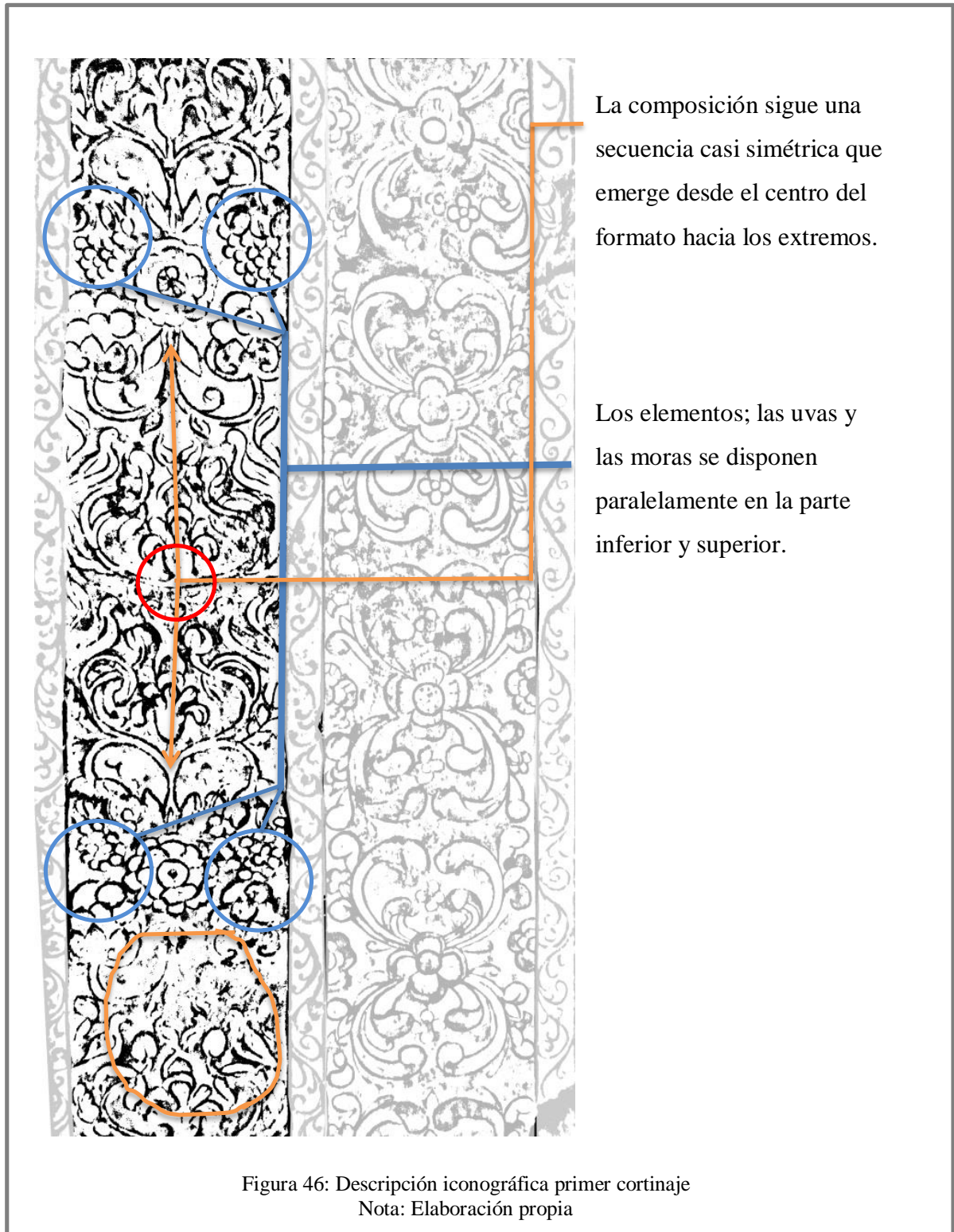
Los estudios realizados de la composición artística e iconografía de la pintura mural, muestra una secuencia de formas a manera de cortinaje que representa la follajería andina, la que se dispone en dos tipos de composición separadas por una franja dispuesta en forma de roleos tal como se muestra en las Figuras 47 y 48. Las evidencias encontradas en los muros del evangelio y de la epístola indican que la secuencia de esta composición se dio en toda la nave central, tal como se muestra en la leyenda gráfica:



Figura 45. Ubicación de la pintura mural en el recinto arquitectónico
(Elaboración propia, fotogrametría con RPA)

El primer cortinaje muestra una composición simétrica compuesta por una mezcla de elementos andinos y europeos como son la uva y la mora que representa la vida, ambos elementos dan inicio de un punto medio que representa una flor y la paloma torcaza posada en una rama que representa al espíritu santo.

A continuación, se muestra gráficamente la composición iconográfica.



El segundo cortinaje muestra una secuencia de flora en una composición simétrica que se asemeja al primer cortinaje, expresando elementos principales como son flores y fragmentos de pétalo, dispuestas simétricamente.

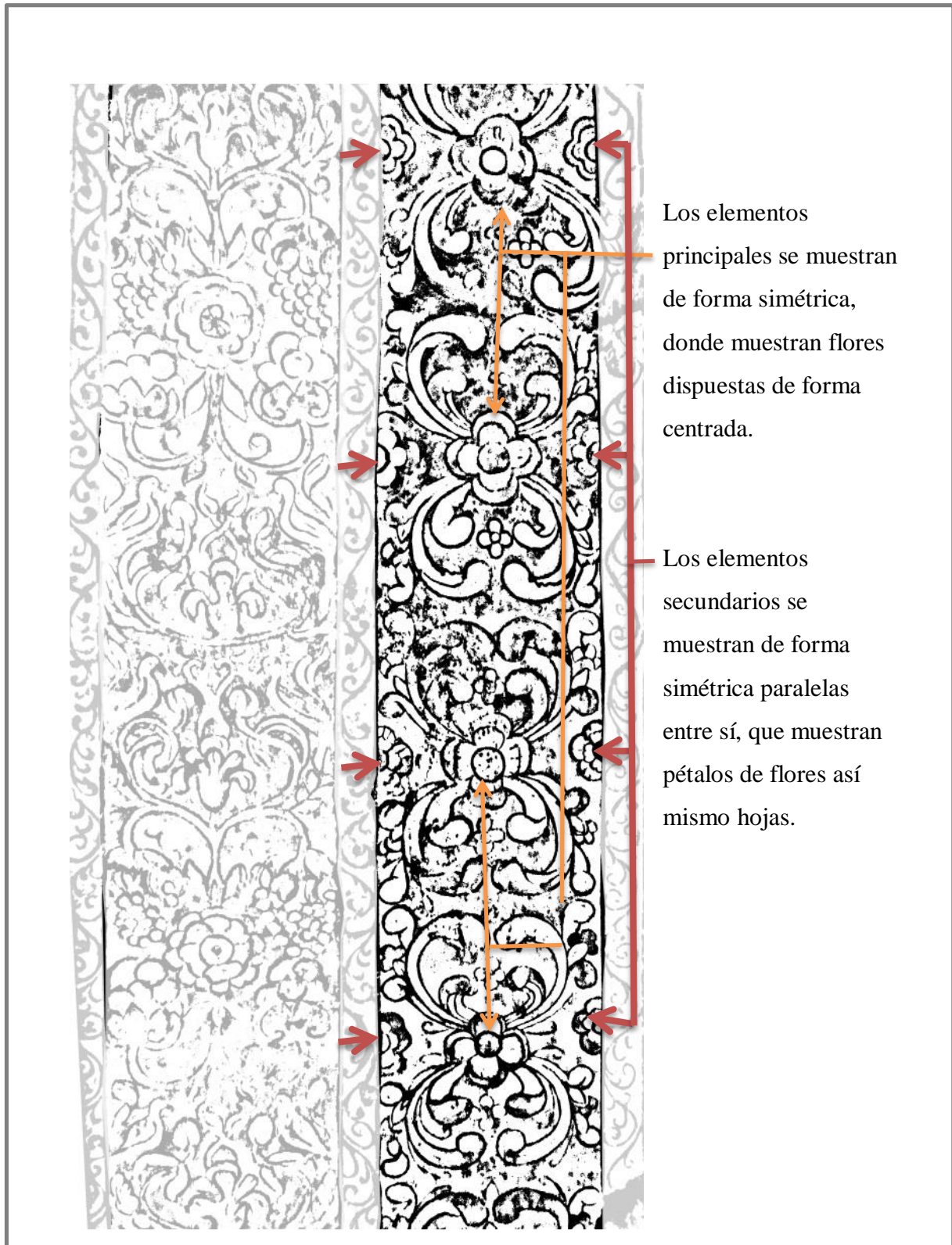


Figura 47. Descripción iconográfica segundo cortinaje
Nota: Elaboración propia

5.3. *Patologías y lesiones de la pintura mural*

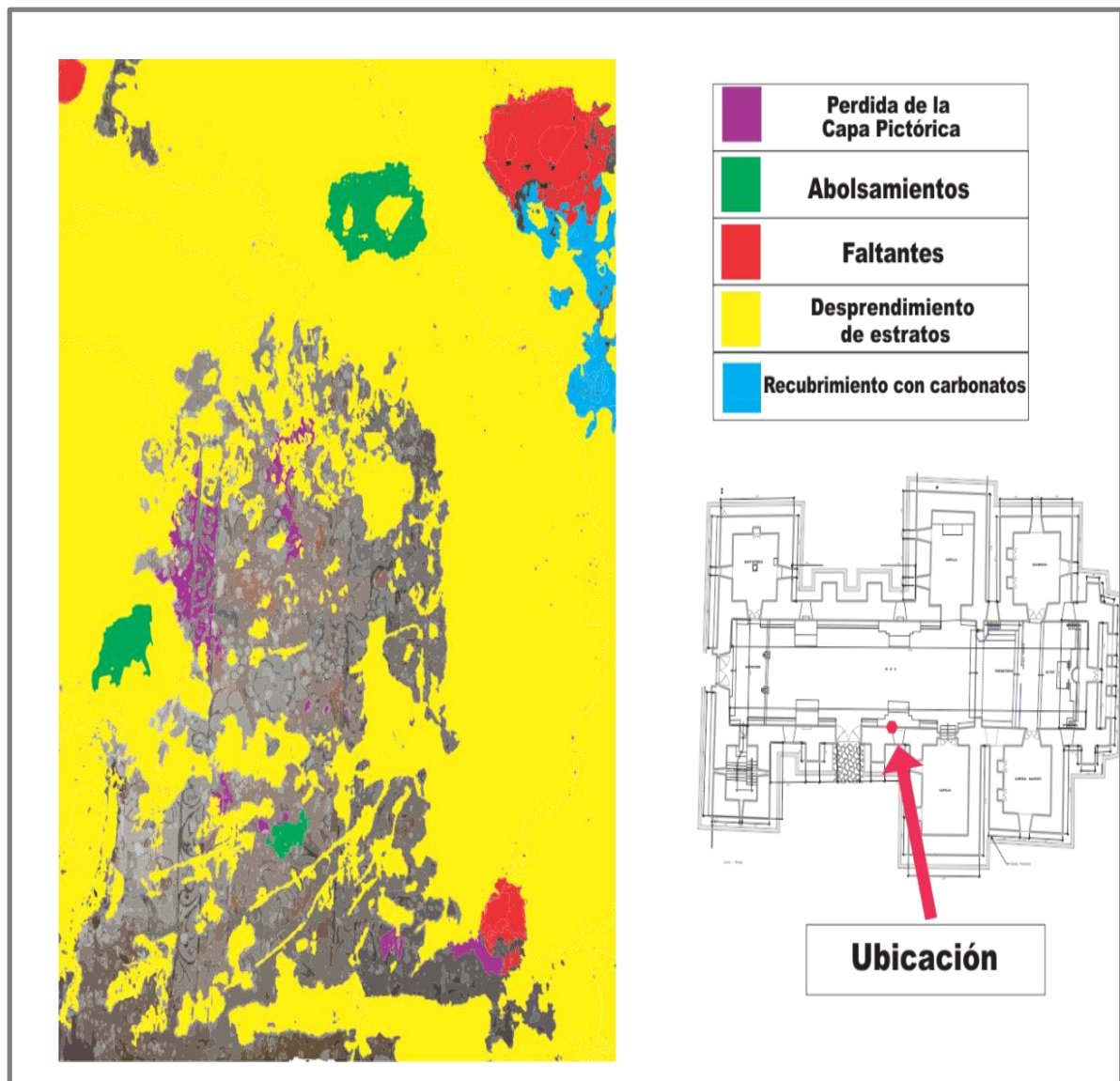


Figura 48: Registro organoléptica de los deterioros.

Nota: Registro propio

5.4 *Procedimientos de conservación y restauración de la pintura mural seleccionada*

5.4.1 Examen del estado de conservación y registro fotográfico.

El examen inicial permitió determinar el tipo de patologías y las clases e intensidad y dimensión de las lesiones que presentaba la obra de arte, características que fueron detalladamente registradas fotográficamente, y que ayudó a organizar los métodos y procedimientos de intervención posteriores.

Herramientas.

Las herramientas utilizadas en esta tarea fueron las siguientes:

- Mango y hoja de bisturí
- Lupa de mano
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de apuntes
- Lapicero

Procedimiento.

El procedimiento se efectuó de manera puntual examinando cada sector y tomando apuntes en un cuaderno auxiliar y realizando los registros fotograficos con sus respectivos códigos.

5.4.2 Limpieza superficial de la pintura mural.

Objetivo.

Este proceso tiene como finalidad retirar los elementos ajenos a la obra de arte y que impiden la visibilidad de todo el perímetro de la obra. Como son: sedimentos, tela de araña, clavos, residuos de los propios materiales en decaimiento, etc.

Herramientas.

Las herramientas empleadas fueron las siguientes::

- Brochas de cerda 2", 4", 8"
- Bombín de jebe

Procedimiento.

Se procedió a realizar la limpieza utilizando brochas de de 2", 4", 8" y un bombín de jebe, cuidando las zonas donde se presentaba desprendimientos de estratos. El proceso se realizó iniciando la limpieza de la parte superior y descendiendo lentamente hacia la parte inferior.



Figura 49: Registro general y de detalle del estado inicial
Nota: Registro propio

5.4.3 Consolidación de estratos (enlucidos y policromía).

Objetivo.

Estabilizar la estructura estratigráfica del mural, puesto que en muchos casos por cuestiones climatológicas los estratos de una pintura mural tienden a exfoliarse y en algunos casos a desprenderse desde el estrato de los enlucidos.

Materiales y herramientas.

Los materiales utilizados en este proceso son los siguientes:

- Colleta italiana
- Agua destilada
- Etanol absoluto (usado por sus propiedades tensoactivas)

Las herramientas utilizadas en este proceso fueron las siguientes:

- Recipientes para depósito de colleta y tensoactivo
- Cocina eléctrica
- Jeringas hipodérmicas de 20 ml
- Esponja gráfica
- Algodón hidrofílico

Procedimiento.

Para este procedimiento se utilizaron agujas hipodérmicas cargadas de una solución de alcohol etílico rebajado con agua destilada que ayudó a humectar la

superficie a consolidar, para luego proseguir con la inyección de colleta italiana y con la ayuda de una esponja gráfica se procedió a friccionar suavemente los estratos que presentaban inicios de desprendimiento.



Figura 50: Consolidación de estratos: De izq. a der. (1) Inyección de solución etanólica. (2) Inyección de colleta. (3) Presión manual del estrato para favorecer su adhesión.
Nota: Registro propio

5.3.4 Perfilado de lagunas.

Objetivo

Eliminar y despejar los espacios denominados (lagunas), estabilizando todo aquel elemento suelto que incluye una limpieza interna, para luego restituir los morteros correspondientes en cada estrato.

Materiales y herramientas

Las herramientas utilizadas en este proceso fueron:

- Cuchilla pre fabricada
- Mango y hoja de bisturí
- Bombín
- Brocha de 6"

Los materiales utilizados en este proceso fueron:

- Agua destilada
- Colleta italiana

Procedimiento

Se procedió a perfilar todo el sector que representa una laguna. Utilizando una hoja de bisturí se dio inicio a la delimitación propiamente de las lagunas con

el sector original, para ello se retiraron con una brocha los elementos sueltos manteniendo el cuidado respectivo en cada punto, para luego prefijar la superficie



Figura 51: Perfilado de lagunas
Nota: Registro propio

5.3.5 Consolidación interna de enfoscados (abolsados)

Objetivo:

Estabilizar la estructura interna de la pintura mural (enfoscado) corrigiendo los abolsados que se observan en la estructura del soporte mural aplicando cargas de mortero de barro o enfoscado grueso (arriccio).

Materiales y herramientas:

Las herramientas utilizadas en este proceso fueron:

- Jeringa hipodérmica de 100 ml
- Recipientes (diferentes capacidades)
- Espátula de artista
- Punzón

Los materiales utilizados fueron:

- Mortero en baja densidad (tierra común, arena fina, mucílago de gigantón)
- Algodón hidrofílico
- Alcohol etílico de 70°

Procedimiento:

Durante el examen organoléptico se pudo observar que en diversos puntos se presentaban abolsados en el enfoscado grueso, y para corregir esta patología se

utilizó un mortero denominado (carga) que contiene barro común tamizado en trama fina y con adición de mucílago de gigantón. Se comprobó la consistencia del mortero.

El método de aplicación fue por inyección, para lo cual se utilizaron dos jeringas hipodérmicas de 100 ml: una de ellas para el uso de tensoactivo y la otra para el mortero de barro.

Ubicada la zona a consolidar, con la ayuda de un punzón se buscó un punto de perforación para inyectar primero el tensoactivo (solución de agua destilada y alcohol etílico) que ayudó a la fluidez del mortero y posteriormente se procedió a inyectar el mortero de barro ejerciendo presión moderada y evitando excesos que puedan crear chorreras.



Figura 52: Consolidación de enfoscado
Nota: Registro propio

5.3.6 Restitución de enfoscados (morteros de barro)

Objetivo:

Devolver la continuidad superficial de todo el revestimiento (embarre) usando los mismos o similares materiales al original.

Materiales y herramientas:

Herramientas empleadas

- Espátula de albañil
- Badilejo de albañil
- Paleta de albañil
- Recipientes

Los materiales empleados fueron:

- Tierra común seleccionada
- Paja
- Arena
- Arcilla roja
- Mucílago de gigantón
- Agua

Procedimiento para la elaboración del mortero de barro:

Para la elaboración del mortero de barro se requirió los materiales puestos a disposición en la cantidad necesaria. Usando un balde de volumen como medida se procedió de la siguiente manera: Tres baldes de tierra seca seleccionada y tamizada, un balde de chamota obtenida de las tejas quebradas y disponibles en obra, un balde de arcilla seca pulverizada, un balde de mucilago de gigantón tamizado, un kilo de paja cortada aproximadamente con un largo de seis centímetros y cantidad necesaria de agua. La mezcla de los tres primeros materiales (tierra, arcilla y chamota) se homogenizó con ayuda del badilejo y luego se agregó el mucílago de gigantón con la cantidad necesaria de agua (Figura 14). Para favorecer la mejor mezcla se procedió al *pisoteo* de la masa agregando la paja cortada como antiplástico.

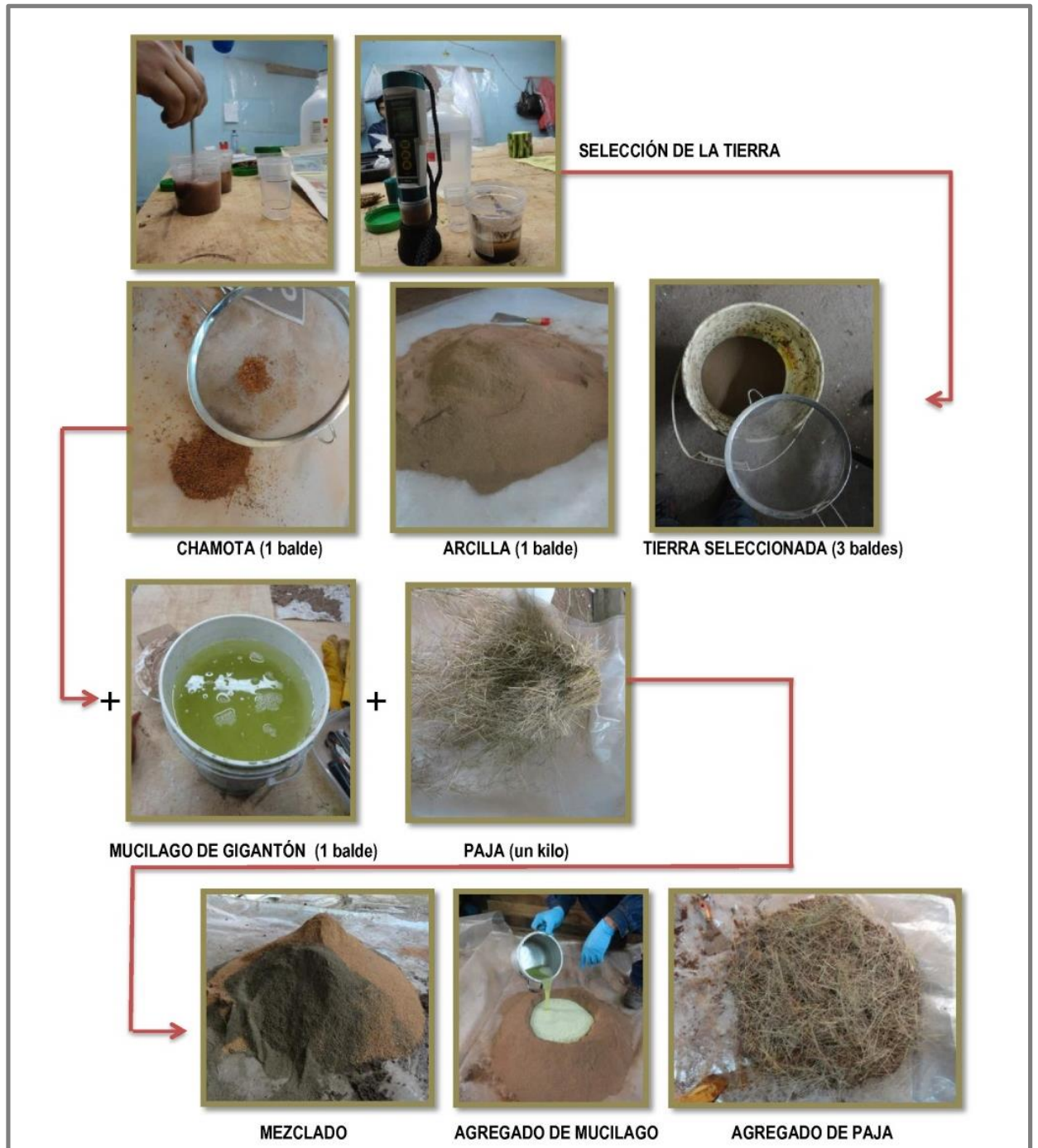


Figura 53: Elaboración de mortero de barro

Nota: Registro propio

Procedimiento:

El proceso se desarrolló con las siguientes etapas:

Perfilado y limpieza del embarre fatigado

De manera mecánica se liberó el embarre que presentaba fatiga estructural o hubiera perdido su propiedad de adhesión, este paso se realizó con la ayuda de una cuchilla, perfilando cuidadosamente las zonas que presentan policromía original.



Figura 54: Perfilado del embarre fatigado
Nota: Registro propio

Restitución de mortero de barro en las zonas perfiladas**Objetivo:**

Reintegrar el enfoscado grueso perdido para homogenizar la superficie del enlucido del muro soporte de la pintura mural.

Procedimiento.

Realizado de manera puntual. Para este procedimiento se utilizó herramientas como la espátula de albañil, espátula de artista, badilejos y otras herramientas que pudieran ser útiles para la ejecución.

La aplicación propiamente dicha, tuvo la siguiente secuencia:

1) Hidratación del sector a embarrar. Se utilizó un aspersor de agua para rociar el sector donde se restituirá el mortero de barro.

2) Aplicación del barro. Sobre la superficie húmeda y de manera uniforme se aplicó el mortero de barro presionando con las yemas de los dedos. Con la espátula se niveló el embarre enrasándolo al nivel original.

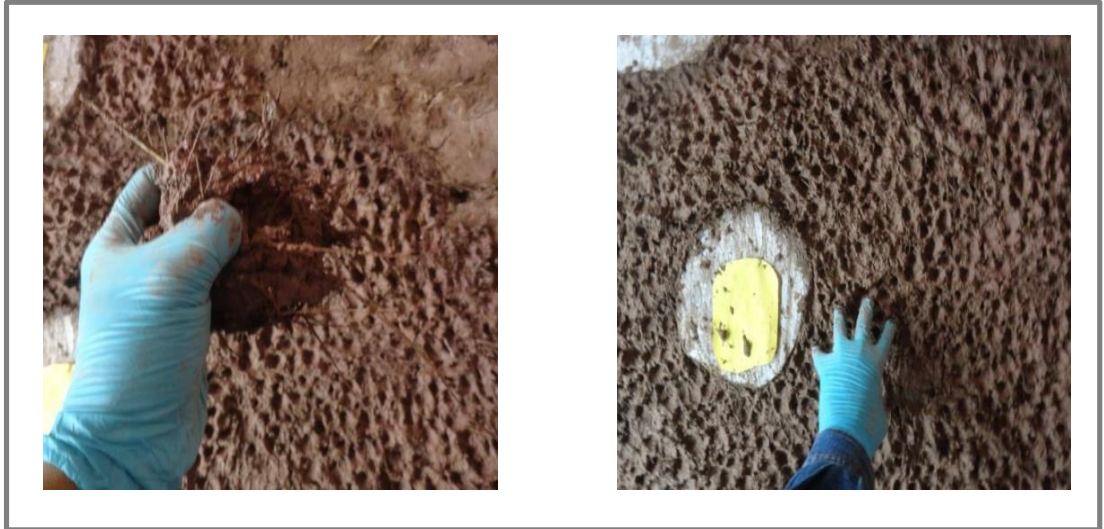


Figura 55: Aplicación del mortero de barro con las yemas del dedo
Nota: Registro propio

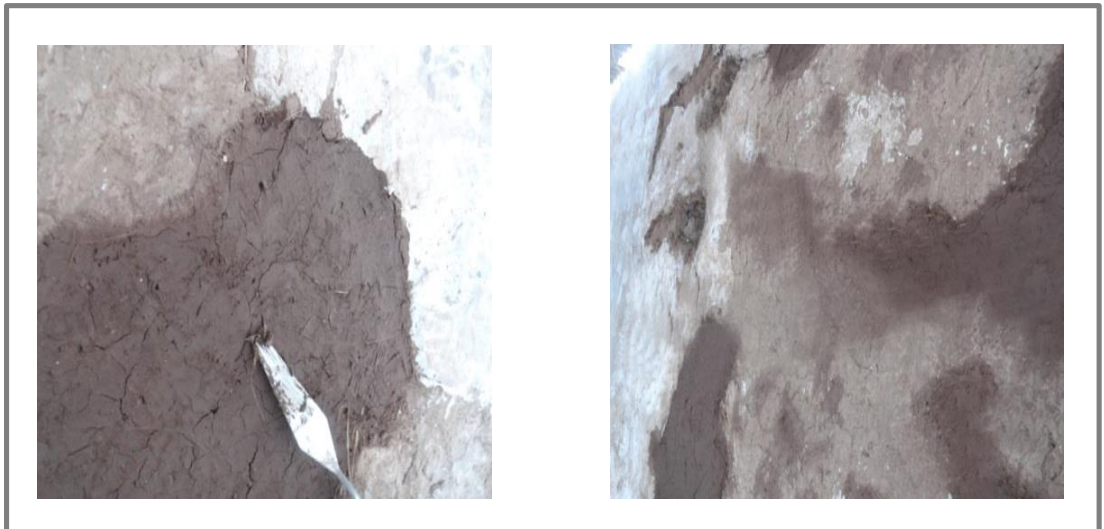


Figura 56: Nivelación del embarre
Nota: Registro propio

5.3.7. Restitución de repello y enlucidos.

Objetivos:

Devolver la secuencia superficial del revestimiento de cal en las zonas donde presenta faltantes (lagunas) con mortero cálcico semejante al original.

➤ **Materiales y herramientas:**

Los materiales a emplear fueron los siguientes:

- Cal hidratada
- Arena limpia tamizada
- Ovoalbúmina
- Agua

Las herramientas utilizadas fueron las siguientes:

- Recipientes
- Aspersor de agua
- Espátulas de artista N° 4, 6, 8
- Bombín

Procedimiento:

El procedimiento implicó la ejecución de la secuencia que se detalla:

➤ **Elaboración del mortero cálcico de repello y enlucido**

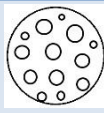
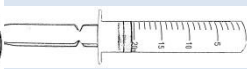






Seleccionada la dosificación del mortero cálcico, como se informó en el capítulo IV, se procedió a elaborar la cantidad necesaria programada para cada jornada.

Para cada jornada se elaboró un aproximado de un galón de mortero cálcico el cual cubrió 2.30 m² por cada jornada laboral.

Cuadro de dosificación para 53 ml de mortero cálcico

Tabla 44

Cuadro de dosificación para 53 ml

Cargas	Símbolo	Unid. de medida	Equivalente en ml	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada			40	71.04	8
Arena			15	26.64	3
Ovoalbúmina			8	1.42	1.6
H ₂ O			5	0.88	1
Volumen total de M2 en húmedo:			53.1 ml	100%	

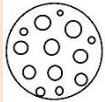



Nota: Elaboración propia

Las proporciones de la formulación del mortero seleccionado se escalaron a un galón, para lo cual se realizaron los cálculos aritméticos necesarios, como se reporta luego.

Cuadro de dosificación para 1 galón de mortero cálcico

Tabla 45

Dosificación para 1 galón.

Cargas	Símbolo	Fórmula a escala	Equivalente en ml	Equivalente en %	Equivalente en partes
Cal hidratada		40 x 75	= 2200	75.32	8
Arena		15 x 75	= 825	22.59	2.4
Ovoalbúmina		8 x 75	= 440	1.12	1.2
H ₂ O		5 x 75	= 275	0.94	1
Volumen total (húmedo):			3,740 ml	100%	

Nota: Elaboración propia

Se procedió a habilitar los materiales requeridos de la siguiente manera:

Tamizado de Cal

Previamente se hidrató la cal durante seis meses, y para los propósitos de esta etapa, se tamizó con la finalidad de retirar grumos o material de mayor granulometría a la pasta principal. Para el tamizaje se utilizó una malla de medio milímetro de luz.



Figura 57: Tamizaje del hidróxido de calcio
Nota: Registro propio

Lavado y tamizado de arena

La arena extraída del río Vilcanota se depositó en una carretilla para su respectivo traslado y posterior lavado.

El procedimiento se realizó con la ayuda una manguera de agua conecta al grifo de agua potable, y con una pala se removió la arena dejando liberar las impurezas. Se realizaron cuatro lavados, cambiando periódicamente el agua hasta observar que estaba clara. Seguido a ello se dejó secar en un ambiente libre de impurezas.



Figura 58: Lavado de arena
Nota: Registro propio

Posterior al secado, se procedió al tamizaje de la arena utilizando un tamiz de medio milímetro de luz.



Figura 59: Tamizaje de arena limpia
Nota: Registro propio

Obtención de ovoalbúmina

Se procedió a obtener la clara de huevo evitando no romper el epitelio que cubre la yema, para lo cual se utilizó un recipiente para depositar la cantidad requerida en el cuadro de dosificación seleccionado, cada unidad de huevo contiene un aproximado de 40 g de ovoalbúmina para lo cual el requerimiento fue de 11 unidades de huevo que requiere la dosificación.



Figura 60: Obtención de ovoalbúmina
Nota: Registro propio

Para la dosificación de la pasta cálcica, primero se vertió 2200 de cal hidratada y tamizada en un recipiente de capacidad promedio de un galón, seguido a ello se vertió la arena tamizada con un envase equivalente a 825 seguido a ello con la ayuda de un batidor de albañil se vatio hasta el punto de homogeneizar la cal con la arena, una vez realizado este proceso se procedió a verter la clara de huevo equivalente a 440 y se volvió a batir el mortero en general.



Figura 61: Preparación del mortero cálcico
Nota: Registro propio

Hidratación de la superficie a restituir

Es de suma importancia la hidratación previa a la aplicación del mortero cálcico, por ser el medio que ayuda en la adhesión del mortero en la superficie a restituir.

Aplicación del mortero cálcico

Se procede con la aplicación de una primera capa de mortero cálcico de manera uniforme respetando los límites entre la laguna y el sector original. Para ello fue muy importante el uso de diversas espátulas que fueran adaptables en cada aplicación como, por ejemplo: en las zonas amplias, se utilizó una espátula de mayor tamaño para cubrir un mayor diámetro, y en las zonas más angostas una espátula tipo lengua de gato para detalles y delimitaciones con las partes originales tal como se muestran en las imágenes N°14

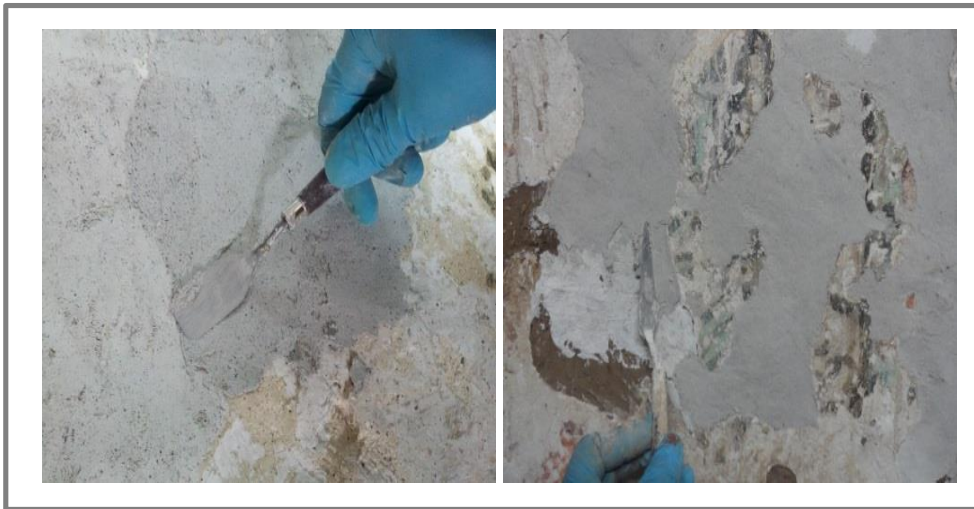


Figura 62: Aplicación del mortero cálcico con diversas espátulas
Nota: Registro propio

La aplicación de una segunda capa nos permite nivelar los estratos en general manteniendo la factura del acabado original.

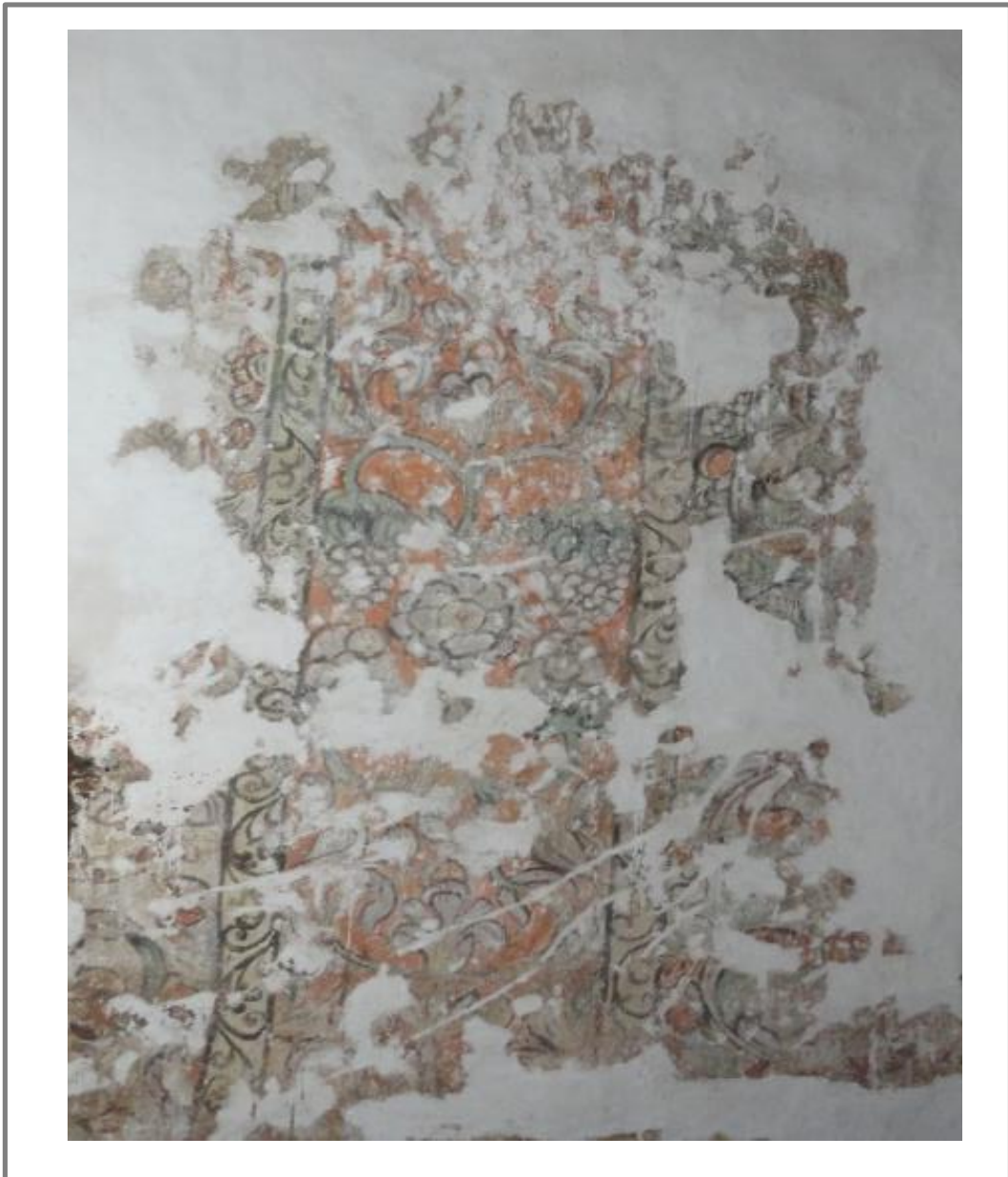


Figura 63: Enlucido final (detalle)
Nota: Registro propio

5.3.8. Limpieza profunda de la capa pictórica

Objetivo:

La limpieza profunda de la capa pictórica tiene como finalidad devolver la estética original, libre de agentes que ocasionen degradación tonal tales como: impregnación de partículas de cera, grasas, polvo, etc., las cuales se emplearon metodologías que contrasten con los principios de la restauración.

Materiales y herramientas:

Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Agua destilada
- Alcohol etílico de 96°Baumé
- Algodón hidrofílico
- Hisopos



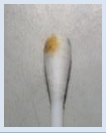

Las herramientas utilizadas fueron las siguientes:

- Pinza
- Recipiente para agua
- Mango de bisturí
- Hojas de bisturí

Procedimiento:

Se procedió primero; con un test de solubilidad para determinar el tipo de solvente que fue utilizada en la limpieza para ello mostraremos un cuadro de los diferentes solventes utilizados y las reacciones de la misma.

Tabla 46
Test de solubilidad

Solvente	Porcentaje	Color	Observaciones	Foto
Agua destilada + alcohol etílico	65 % + 35%	Rojo bermellón	Libera la suciedad bien, pero deja pasmada la superficie de la policromía.	
Agua destilada + alcohol etílico	70% + 30%	Verde	Libera la suciedad muy bien, pero deja pasmada la superficie de la policromía.	
Saliva	100%	Amarillo ocre	Remueve la suciedad con facilidad, pero también la policromía.	
Agua destilada	100 %	Amarillo ocre	Remueve la suciedad muy bien, sin dejar pasmados y mínima remoción de policromía.	

Segundo; determinada el tipo de solvente a emplear, se procedió con la limpieza de manera ordenada y puntual dando inicio en la parte superior hacia el lado inferior. El tipo de solvente que se utilizó para limpieza fue el agua destilada

las cuales, durante el test, se mostró como un solvente con menor agresividad en la policromía que además no presento efectos de anomalía a posterior.

La limpieza se realizó de manera puntual, el mecanismo adecuado de limpieza fue por sectores que consistió en seleccionar un bloque de un solo color, tal como se muestra en la Figura 46., los cuales son los tonos rojos.

Se preparó una mota de algodón humectada con agua destilada y sujeta con una pinza y se procedió a limpiar friccionando suavemente.



Figura 64: Limpieza por sectores
Nota: Registro propio

Figura 65: Limpieza puntual por sectores
Nota: Registro propio

5.3.9 Reintegración cromática.

Objetivo:

Es muy importante devolver la estética pictórica dentro de la restauración, porque permite completar la lectura estética, por ello se empleó las técnicas de reintegración que estén dentro de los lineamientos de la Restauración, donde se evitó la falsificación en cada aplicación de color.

Materiales y herramientas:

Los materiales empleados fueron los siguientes:

- Agua destilada
- Pigmentos gouache
- Algodón hidrofílico

Las herramientas empleadas fueron:

- Pinceles punta redonda N° 00, 0, 1, 2
- Pinceles punta plana N° 2, 4, 6
- Recipiente para agua
- Paleta acrílica para Gouache
- Tiento

Procedimiento:

El proceso se realizó de manera ordenada, primero se tuvo que analizar el sector original para luego realizar la lectura de continuidad tanto en la forma y el color, primero se elaboró un boceto a escala para luego transferir al muro, el dibujo se realizó con un lápiz técnico H-1.

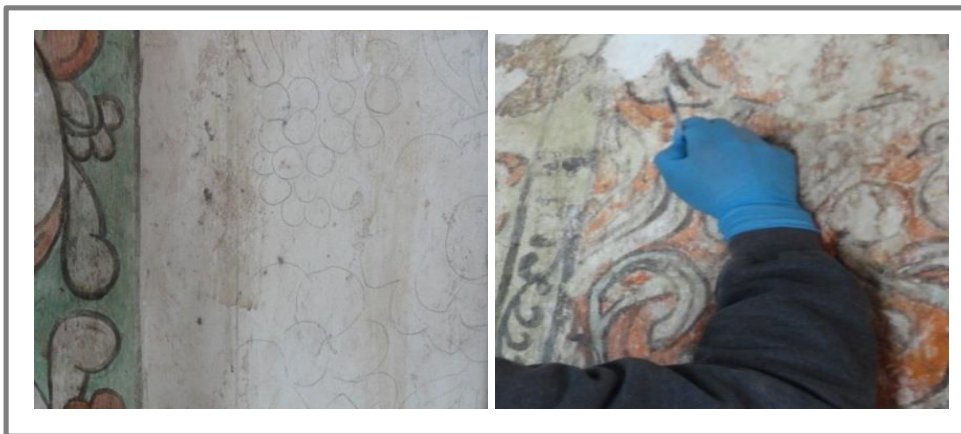


Figura 66: Diseño y restitución de formas Nota: Registro propio

Luego de la restitución de los diseños, se procedió a reponer la policromía con la técnica de la veladura como base, y seguido a ello la técnica del *rigatino*. Durante el desarrollo de la reintegración, se mantuvo la diferencia del original con lo restituido.



Figura 67: Restitución de policromía con la técnica del regatino
Nota: Registro propio

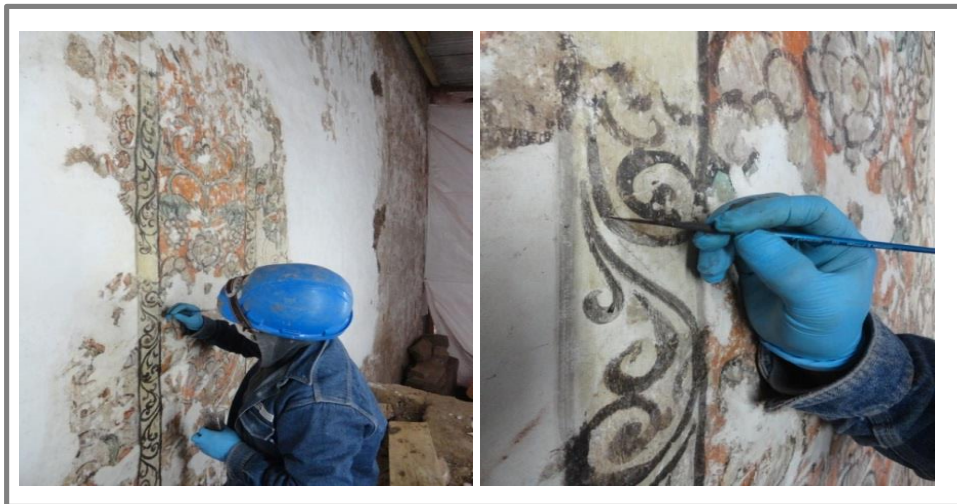


Figura 68: Vista general de la reintegración cromática
Nota: Registro propio

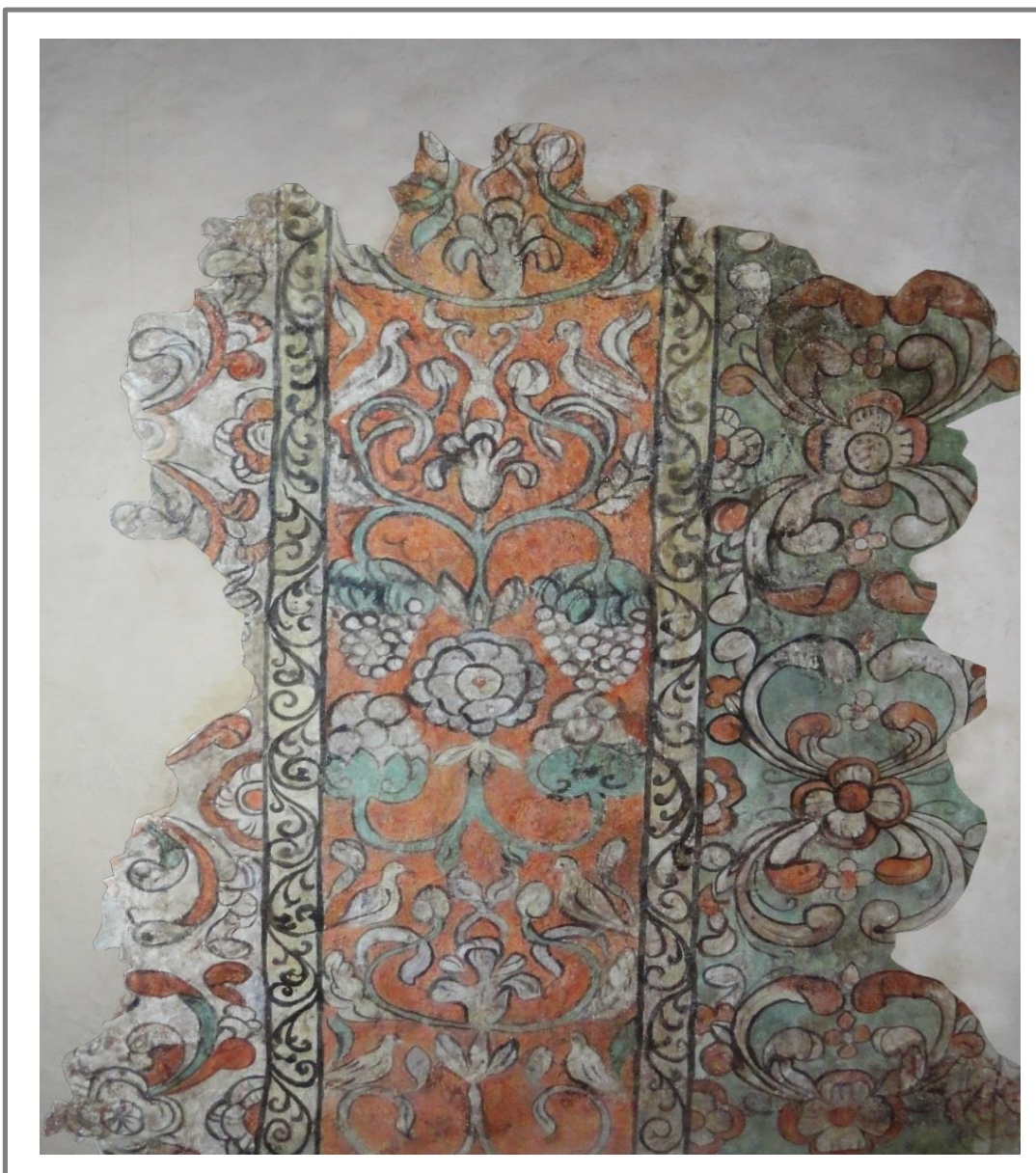


Figura 69: Trabajo final (Detalle)
Nota: Registro propio

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se ha identificado la técnica del enlucido de la pintura mural realizándose los análisis químicos cualitativos necesarios encontrándose en la formulación del mortero de revoque de fábrica original la utilización de albúmina.

SEGUNDA: Se han formulado seis morteros cálcicos aéreos considerando las proporciones de sus agregados (cal apagada, árido fino, ovoalbúmina y agua) para la restauración de pintura mural colonial, observándose que el mortero cálcico aglutinado con ovoalbúmina, pasadas las veinticuatro horas después de su dosificación, madura y adquiere pastosidad ideal para el buen manejo con las herramientas a emplear (espátula), facilitando además el aireado rápido.

TERCERA: Se han medido las propiedades físicas de los morteros cálcicos aéreos aglutinados con ovoalbúmina realizándose pruebas de contracción volumétrica, pérdida y retención de humedad, resistencia al arranque, textura y dureza. El análisis e interpretación de los resultados ha permitido conocer perfectamente el comportamiento de cada una de las formulaciones encontrándose que dos de ellas (M5 y M6), poseen dureza 1 en la Escala de Dureza de Mohs, así como también los valores de resistencia al arranque, que son 1.69 y 1.76 libras, en cuanto a la contracción de volumen este tubo un valor de (23.54 y 27.83%) y la retención hídrica (20.62 y 16.10%). También se identificó que dos morteros (M3 y M4) en la escala de Dureza de Mohs tiene un valor de 2 en la retención hídrica posee 12.60% respecto de su peso, así como la resistencia al arranque de 1.6 lb. Los morteros (M1 y M2) en sus resultados cuya contracción volumétrica es de (4.71% y 9.6%) y una fuerza de arranque de 3Lb y 3.22Lb en cuanto a la retención hídrica; dichos morteros están con (2 % y

3,96%) por consiguiente M1 quedó como base para modificar la dosificación de M2 con mejoras en su resultado.

CUARTA: Se ha seleccionado la formulación idónea del mortero cálcico aéreo aglutinado con ovoalbúmina (M2) y se ha utilizado para la restauración de la pintura mural colonial del Templo Patrón Salvador del Mundo – Calca – Cusco demostrándose la idoneidad del mortero seleccionado en la restauración de la pintura mural de factura colonial del Templo Patrón Salvador del Mundo – Calca – Cusco. Después de la entrega de la obra al comitente, se ha visitado el sitio durante tres años para los levantamientos planimétricos y fundamentalmente para evaluar el comportamiento del muro sobre el cual se ha aplicado el revoco, viéndose que no presenta craqueladuras, fisuras o desprendimientos y que los pigmentos utilizados en la policromía reintegrada no han sufrido variaciones de color.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda profundizar las investigaciones relacionadas al reconocimiento de las técnicas tradicionales empleadas en nuestra localidad y que por casi cinco siglos han demostrado su estabilidad y perdurabilidad.

SEGUNDA: Se recomienda efectuar o solicitar análisis científicos más rigurosos con la finalidad de conocer de manera más precisa y exacta las características de los morteros y otros materiales utilizados en la fábrica de la obra de arte parietal.

TERCERA: Se recomienda efectuar el control de calidad de los materiales componentes de los morteros de cal aérea, tanto aplicando pruebas de campo como de laboratorio, en la medida de su utilidad para propósitos prácticos.

CUARTA: Se recomienda estandarizar las pruebas para el reconocimiento de las propiedades físicas deseadas de un mortero, facilitando su entendimiento y práctica a nivel de las competencias del conservador-restaurador.



LISTA DE REFERENTES

- Mc Guinness, J. (2002). *Footprint Marrakech & the High Atlas handbook: the travel guide*. 277.
- Acosta, A., Herrero, E., Ramon Rosell, J., & Sanz, D. (s/f). *Guía práctica para los morteros con cal*. Editorial S. Boceto Producciones Gráficas.
- Alonso, J., Bustamante, R. Díaz, C, Monjo, J. & Salto-Weis, I. (2009) Glosario de morteros. *Red Temática de Conservación Restauración y Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico ReCoPar*, 33-40. Revista electrónica No. 6 marzo 2009.
<http://recopar.aq.upm.es/v2/es2/documentacion/n6/6.4.%20Glosario%20de%20morteros.pdf>
- Alvarado (2017). *Efecto de la clara de huevo en la resistencia a la compresión y capilaridad del mortero de cemento, arena y cal – Trujillo 2017*. Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo, Trujillo. Perú.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/22721/pereda_gb.pdf
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Sexta edición Caracas: EPISTEME C.A.
- Arzeni, C. (2014). *Modificación molecular y funcional de proteínas de clara de huevo mediante ultrasonidos de alta intensidad: aplicación de esta tecnología al diseño de nanovehículos para ácido fólico*. Universidad de Buenos Aires.
- Arzobispado del Cusco. (1657). Archivo Arzobispal del Cusco.
- Bandín, D., De Lara, E., Arizzi, A. & Pardo, S. (2018). Aditivos de origen natural: su influencia en la reactividad y propiedades de morteros de cal aérea e hidráulica. *Tradición, versatilidad e innovación en la cal: un material de excelencia* (pp. 215-227). Pamplona, España: Universidad de Navarra.
- Bender, D. M. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación de los alimentos. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 34.
- Calama, J. (2014). Idoneidad de los morteros decal para revestimientos en restauración patrimonial. In F. F. Samchéz, *La Cal. Investigación*,

- Patrimonio y Restauración*. (pp. pp. 219-134). Sevilla: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Carta-bienesmuebles-italia*. (n.d.). <http://ipce.mecd.gob.es/inicio.html>
- Casares, A. (2008). *Tratado elemental de Química general*. Madrid.
- Chen citado por: Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. D.F., México: Mc Graw Hill.
- Córdova, I. (2017). *El proyecto de investigación cuantitativa*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- D., D. B., & Bárcenas Pozos, M. (2013). *El ajo y sus aplicaciones en la conservación de alimentos*. Universidad de las Americas Puebla, San andrés Cholula Mexico.
- Dra. Gema Campo Francés, D. A. (20 - 22 Noviembre 2008). 17th International meeting on Heritage Conservation.
- Emma M^a López Salamanqués. (2011). *Guía práctica para los morteros con cal*. , Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España (ANCADE). <https://www.ancade.es/>
- Espuga, J. B. (1999). *Revoque y estucados: teoría y práctica*. Barcelona: Universidad politécnica de Catalunya.
- Flores Bastidas, J. (1657). Archivo Arzobispal del Cusco.
- Gonzales, A. (s.f.). *De la cal al cemento portland*. Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Arquitectura Técnica. Retrieved from <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/de%201a%20cal%20al%20cemento.pdf>
- H, M. (2013). *Estudio y caracterización de morteros*.
- ICOMOS. (n.d.). *ICOMOS*. Retrieved from <http://www.icomos.org>
- Kuon Arce , E. (2011). *Del Manierismo al Barroco en murales cuzqueños: Luis de Riaño*. Perú: GRISO-Universidad de Navarra / Fundación Visión Cultural.
- Luque, C. (2017). *Carta de 1987. La Conservación y Restauración de los Objetos de arte y cultura*.

<http://legislaciondelpatrimoniocr2017.blogspot.pe/2017/05/carta-de-1987-de-la-conservacion-y.html>.

Malinowski (1981). citado por Rodríguez, E. (2016). *Caracterización del comportamiento físico-mecánico de morteros de cal hidratada dosificados con aditivos orgánicos*. Mexico.

Mesa García, C. (2018 / 2019). *Morteros de cal para ambientes costeros. Salinas históricas en lanzarote*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

Ontiveros, E. (s.f.). Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones: morteros empleados en construcciones históricas. Formulación y características. 1ra. parte. *PH(Boletín 34)*, 78-89. Retrieved from https://repositorio.iaph.es/bitstream/11532/200478/1/Morteros_formulacion_caracteristicas_1_ph34_2001.pdf

Osorio, J. D. (2013). *360enconcreto*. Retrieved from <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/como-se-evalua-la-calidad-de-un-mortero>

Peruano, D. o. (2004, Julio 22). *ley general del Patrimonio Cultural de la nación*. Lima, Perú.

Pitarch et al citado por Mas i Barbera, Xavier, dicen:. (2006). *Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicacion en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentaes*. Valencia. Retrieved from <https://riunet.upv.es/UPV2517.pdf>

Rivera, J., & Pérez, S. (2000). Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido. *Conferencia Internacional "Cracovia 2000"*, (p. 3).

Rodríguez, E. (2016). *Caracterización del comportamiento físico-mecánico de morteros de cal hidratada dosificados con aditivos orgánicos*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguas Calientes, México.

<http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1510/409424.pdf>

- Salle, A. J. (1995). *Bacterología*. Barcelona: Gustavo Gili, S. A.
- Santos, K., Carrascosa, B. & Martínez, A. (2016 - 2017) Evaluación del comportamiento de diferentes tipos de morteros empleados en la restauración de enclaves arqueológicos. *ARCHÉ. Núms. 11 y 12 - 2016 y 2017*.
- Tanner, F. (s.f.). *Microbiology of foods*. Illinois, USA: Garrard Press.
- Teutonico, J. (1988). *A Laboratory Manual for Architectural Conservators*. Roma, Italia: ICCROM.
- Torraca, G. (2009). *Lectures on Materials Sciences For Architectural Conservation*. Los Angeles: Ed. G. C. Institute.
- Usedo, R. (2015). *Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico*. Proyecto final de maestría, Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60200/Memoria.pdf>
- Valenzuela, F. (2015). *Pintura colonial andina: Estructura simbólica y sincretismo*. 153.
- Vallín Magaña, R. (2013, Marzo 18). Rodolfo Vallín Restaurador y amigo. E. Díez Jorge , Interviewer.

APÉNDICE A**Registro Gráfico Inicial de la Pintura Mural del Templo Patrón Salvador del Mundo – San Salvador – Calca – Cusco**

Figura 70: Estado inicial de la pintura mural
Nota: Registro propio

APÉNDICE B

Localización geográfica del templo Patrón Salvador Del Mundo – San Salvador – Calca – Cusco

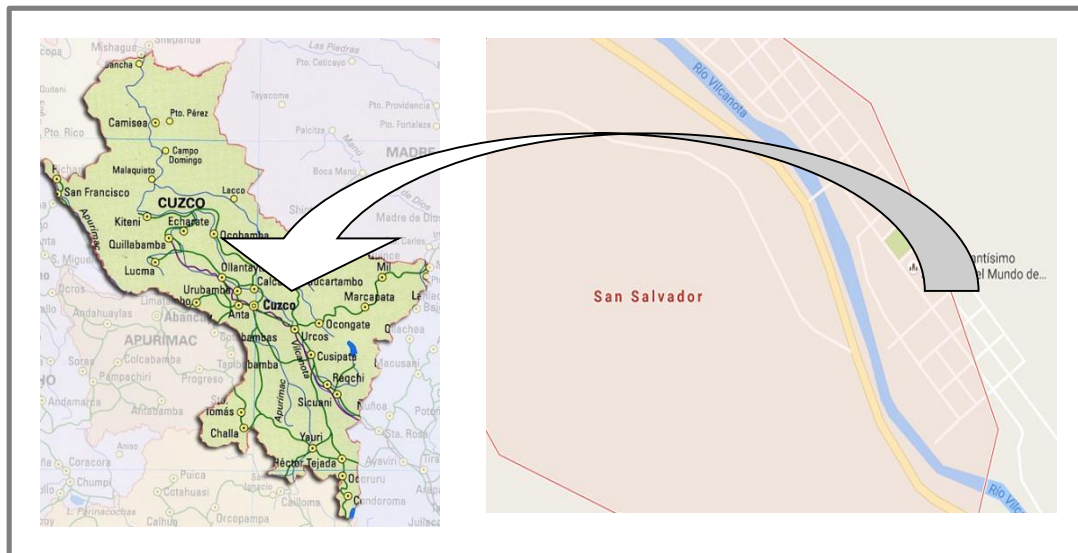



Figura 71: Ubicación geográfica del templo patrón salvador del mundo
Fuente: Datos del mapa © 2016 Google

Departamento	Provincia	Capital legal	Ubicación geográfica		
			Altitud	Lat. sur	Long. este
Cusco	Calca	San Salvador	3915	14 47' 16"	71 24' 33"

APÉNDICE C
Identificación de la Obra – Mural

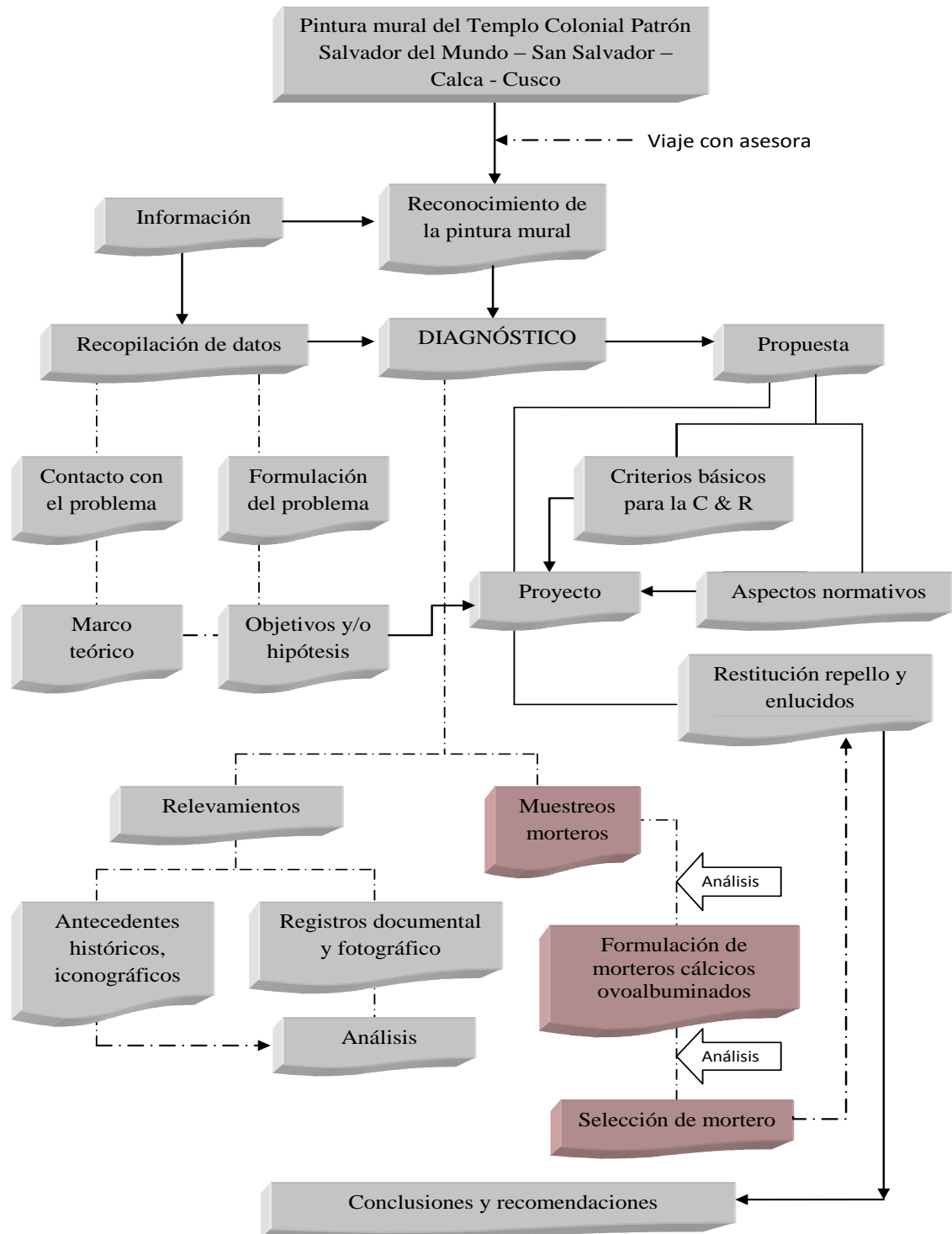
Tabla 47: Características de la obra a intervenir

Pintura mural: Nave central, muro epístola (tras el retablo Virgen de las Nieves)		
Título	: Cortinaje	FOTOGRAFIA INICIAL
Tema	: Decorativo	
Técnica	: Temple	
Atrib.	: Siglo XVIII	
Cronol.		
Ubicación	Nave central Sector Epístola	
Dimensiones generales	alto: 2.70 m	
	ancho: 1.83 m	
	sector a intervenir 4.94 m ²	
Procedencia	Templo Patrón Salvador del Mundo de San salvador Calca- Cusco	
Cód. Catalog.		CÓD. INTER. SECTOR 5

Nota: Elaboración propia

APÉNDICE D

Esquema metodológico seguido en la investigación



Fuente: elaborado por Díaz Vera, T. & Torres Candia, W. (2015)

APÉNDICE E

Ficha técnica de la pintura mural del templo Patrón Salvador Del Mundo – San Salvador – Calca – Cusco

Tipo de obra	Pintura mural
Autor	No determinado
Tema / Iconografía	Follajería
Cronología	Siglo XVII
Estilo	Barroco
Modalidad	Original
Disposición original	Emplazamiento original
Técnica	Temple
SopORTE	Muro de adobe
Dimensiones	2.7 m x 1.83 m
Localización	Nave central, muro lateral Epístola (tras el Retablo Virgen de las Nieves)
Categoría artística	Obra de interés histórico - artístico
Estado de conservación	Regular
• Observaciones	Pérdida de arriccio (barro) e intonaco (enlucido)
Documentos históricos pertinentes	Archivo del Arzobispado del Cusco, libro de fábrica de Písaq (año 1690)
Documentos legales	
Intervenciones anteriores	No
Fecha del primer reconocimiento	14 /07/2015
Fecha de reconocimiento	30/07/2018
Responsable del relevamiento de datos	Bach. CROA Wilfredo Torres Candia
Firma del responsable	

Nota: Elaboración propia

APÉNDICE E

Indicadores visuales de alteración de la pintura mural del Templo Patrón Salvador del Mundo – San Salvador – Calca – Cusco

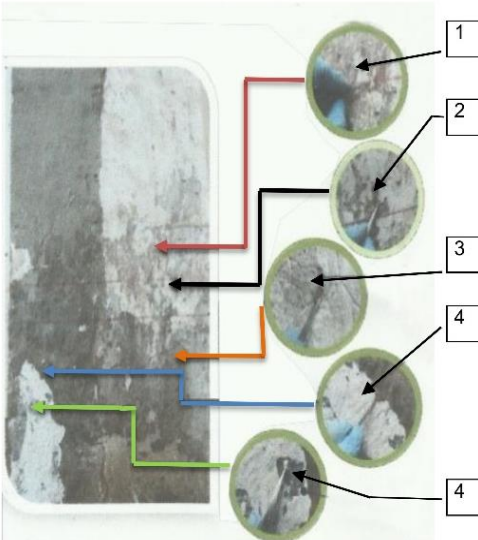
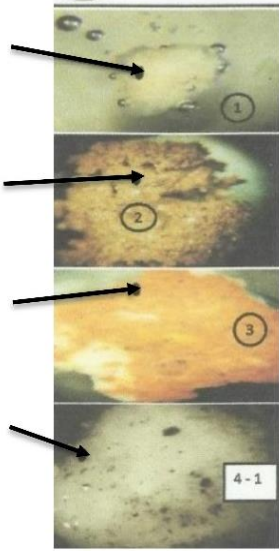
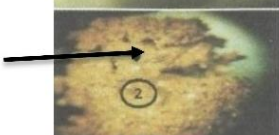

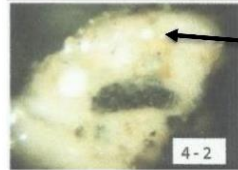
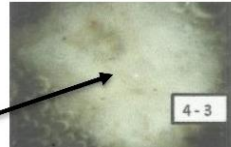

	Código	Cantidad	Grado	Dimensión	Observación
Modificaciones superficiales					
Cambio cromático	CC				
Pátinas	P				
Biopátina	Bp				
Moteados	M				
Manchas claro/oscuras	Mco				
Craquelado	Cr				
Acumulación de detritos	Ad				
Eflorescencias	E				
Subeflorescencias	S				
Criptoflorescencias	C				
Velo blanquecino	Vb				
Plantas superiores	Ps				
Invertebrados	I				
Otros	O				
Deformaciones					
Abolsamientos	Ab	xx			
Hinchamientos	H				
Desprendimientos					
Sin forma	Sf				
Alveolización	Al				
Cavernas	Ca				
Picado	Pi				
Disgregado	D				
Granulación	G				

Arenización pulverulenta	Ap
Cancerización	Can
Arranques	Arr
Roturas	
Exfoliación	Ex
Fracturación	Fr
Fragmentación	Fg
Fisuración	Fs

Fuente: adaptado de Román Sánchez, María del Carmen (s.f.). ESTUDIO DE LOS AGENTES DE DETERIORO QUE AFECTAN A LA CONSERVACIÓN DE LA PINTURA MURAL. Una metodología para su estudio del estado de conservación. Tesis de doctorado. Universidad de Sevilla. España.

ANEXO I

ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MORTERO ORIGINAL

FICHA DE ANALISIS FISICOQUÍMICO N° 200			
Fecha de resección: 11/05/2015 Título: Nave central, sector Epístola Tipología: Pintura mural Procedencia: Templo salvador del mundo – San salvador – Calca - Cusco		Zonas de muestra 	
Descripción de muestras			
N°	Descripción	Ubicación	Información requerida
1	Embarre	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
2	Enlucido	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
3	Capa pictórica	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
4	Recubrimiento	Nave central, sector Epístola	Material empleado en su elaboración.
N°	Resultados		
1	El revoque o embarre, está compuesto por: tierra en un 50%, arena en un 30%, arcilla en un 20%, también se encontró pelo de animal, paja y ceniza en un 10%.		
2	El material utilizado en el enlucido está compuesto por carbonato de calcio y aglutinado con proteína de huevo, además se puede observar presencia de pelo en su estructura.		
3	La capa pictórica de color rojo es identificada como rojo bermellón aglutinado con cola animal.		
4	La pintura mural se encuentra recubierta por tres capas: 1° material recubierto por sulfato de calcio aglutinado con clara de huevo, se observa presencia de ceniza. 2° presencia de tierra, arcilla, ceniza y carbonato de calcio. 3° recubrimiento compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo, presencia de ceniza y arena.		
		1- El revoque tiene presencia de arena, arcilla, paja, ceniza, pelo y tierra.	
		2- La muestra está compuesta por carbonato de calcio encolado con clara de huevo	
		3.- Capa pictórica de color rojo, identificado como rojo bermellón aglutinado con cola animal.	
		4.- 2. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo con presencia de ceniza.	
		4.- 3. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado por cola animal.	
		4.- 1. El material está compuesto por carbonato de calcio aglutinado con clara de huevo con presencia de ceniza.	
Observaciones: Se observa diversos estratos donde las tres últimas representan recubrimientos con carbonatos en aplicadas en distintas épocas.			
Método de análisis utilizados: Microscopio óptico (Equipo: microscopio óptico de luz reflejado, con ampliación de hasta 45 X)			
Solicitado por: Wilfredo TORRES CANDIA			
Analizado por: Ing. Quim. Yamilet REINAGA MEDINA			
Lugar: Laboratorio fisicoquímico DDC - Cusco			

**ANEXO II:
Autorización para la intervención de la pintura mural**

FINO DE LA ESPECIALIDAD DE PROTECCIÓN Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN

MEMORANDUM N° 009-2015-RO-IBEM-AFOPVBM-SDDPCDPC-DDC-CUSMC

A : Bach. CROA. Wilfredo Torres Candia
Egresado de la Carrera Profesional de Conservación y Restauración de Obras de Arte de la Universidad Nacional Diego Quispe Tito Cusco.

DE : Arq. Ingrid Karen Barra Mateos
Residente del proyecto Recuperación del Monumento Virreinal Religioso Templo Patrón Salvador del Mundo – Distrito de San Salvador – Provincia de Cacha – Cusco

ASUNTO : Autorizo dar inicio al proyecto de investigación propio de una obra de arte, perteneciente al templo Patrón Salvador del mundo – San Salvador – Cacha – Cusco

FECHA : San Salvador – Cacha – Cusco 14 de Julio del 2015

En virtud del trabajo de investigación que usted desarrollará denominado: "USO DE OVOALBÚMINA COMO LIGANTE DE MORTERO CÁLCICO AÉREO EN RESTAURACIÓN DE PINTURA MURAL COLONIAL: ESTUDIO DE CASO". El mismo que cumple con los requisitos exigidos en el reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Arte, **PARA OPTAR A TÍTULO DE LICENCIADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBRAS DE ARTE.**

Se autoriza dar inicio a los trabajos de conservación y restauración del bien cultural denominado Pintura mural sector Nave central, muro de la Epístola tras del Retablo Virgen de las Nieves, considerando de que el trabajo estará asesorado y monitoreado por un profesional de la especialidad, así mismo se autoriza el uso de los espacios que sean convenientes para la fase experimental y otros en bien del avance del proyecto de investigación.

Confío en que esta información sea de utilidad, para que inicie sus gestiones con dicho trabajo de investigación y fines respectivos.

Atentamente.


Arq. Ingrid Karen Barra Mateos
Residente de Obra

Recibido conforme

14 de Julio del 2015.

ANEXO III.

Informe de finalización y entrega de trabajo de restauración de pintura mural

INFORME N° 001 - 2016

A : Arq. Ingrid Karen Barra Mateos
Residente del proyecto Recuperación del Monumento Virreinal Religioso Templo Patrón Salvador del Mundo – Distrito de San Salvador – Provincia de Calca – Cusco

DE : Bach. CROA, Wilfredo Torres Candía
Egresado de la Carrera Profesional de Conservación y Restauración de Obras de Arte de la Universidad Nacional Diego Quispe Tito Cusco.

ASUNTO : Entrega física del trabajo de campo, de la Pintura mural titulado "Cortinaje" perteneciente al Templo Patrón Salvador del Mundo del distrito de San Salvador de la Provincia de Calca del departamento del Cusco.

FECHA : San Salvador – Calca – Cusco 14 de Julio del 2016

En virtud del trabajo de investigación denominada: "USO DE OVOALBÚMINA COMO LIGANTE DE MORTERO CÁLCICO AÉREO EN RESTAURACIÓN DE PINTURA MURAL COLONIAL: ESTUDIO DE CASO". Con resolución de inscripción N° 242-2017-UNDDTC/DG. Del 31 de Julio del 2017, el mismo que cumple con los requisitos exigidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Arte, PARA OPTAR A TÍTULO DE LICENCIADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBRAS DE ARTE.

Que en fecha del 04 de Mayo del año 2015. Se iniciaron los trabajos de conservación y restauración de la pintura mural titulada "cortinaje" ubicada en la nave central del muro de la Epístola, tras el retablo Virgen de las Nieves, dando conformidad a un seguimiento continuo por parte de mi asesora practica profesora Teresa de Jesús Díaz Vera, concluyéndose satisfactoriamente a la fecha, con la recuperación del bien cultural artístico, es por ello que hago de entrega oficial de dicho bien.

Oportunamente se le derivara el informe técnico con todos los aspectos y lineamientos de intervención durante su ejecución.

Así mismo le hago llegar mi gratitud y el agradecimiento por el apoyo durante la ejecución de este proyecto de investigación.

Es todo cuanto cumplo con informar a usted, para su conocimiento y fines respectivos.

Atentamente.


Wilfredo Torres Candía
Bach. CROA, UNDDTC

Recibido
Karen Barra
14/07/16

ANEXO II. PRINCIPIOS PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PINTURAS MURALES (2003)



PRINCIPIOS PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE PINTURAS MURALES (2003)

Ratificados por la 14ª Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe, octubre de 2003

Introducción y Definición

Las pinturas murales, desde las correspondientes al arte rupestre hasta los murales actuales, han sido expresión de la creación humana a lo largo de la historia, desde sus más remotos orígenes. Su deterioro, así como su destrucción, ya sea ésta accidental o intencionada, representa una pérdida que afecta a una parte significativa del patrimonio cultural del mundo. La Carta de Venecia (1964) sentó los principios generales para la conservación y restauración del patrimonio cultural. La Declaración de Ámsterdam (1975) que introdujo el concepto de conservación integrada, y el Documento de Nara sobre la Autenticidad (1994) que versa sobre la diversidad cultural, han ampliado el alcance de dichos principios. Teniendo en cuenta éstas y otras contribuciones pertinentes, tales como el Código de Ética del ICOM-C.C. (1984), el Documento de Pavía (1997) y las Directrices Profesionales de la E.C.C.O. este documento se propone establecer unos principios más específicos sobre la protección, salvaguarda, conservación y restauración de las pinturas murales. Por tanto, recoge una serie de postulados y reglas prácticas de carácter elemental, susceptibles de ser aplicados a escala universal, sin entrar a considerar los problemas concretos de las diferentes regiones o países, que pueden abordarse en el ámbito regional o nacional mediante la formulación de ulteriores recomendaciones, cuando resulte necesario.

La riqueza de las pinturas murales se fundamenta en la variedad de expresiones culturales y logros estéticos, así como en la diversidad de los

materiales y técnicas utilizadas desde la antigüedad hasta nuestros días. Los artículos siguientes se refieren a pinturas realizadas sobre soportes inorgánicos, tales como yeso, ladrillo, arcilla y piedra y no a pinturas ejecutadas sobre soportes orgánicos como madera, papel o tela. Los materiales que componen muchos de los edificios históricos necesitan una consideración especial que queda al margen de este documento. Las superficies arquitectónicas y sus capas finales de preparación, con sus valores históricos, estéticos y técnicos tienen que ser consideradas como componentes igualmente importantes de los monumentos históricos.

Las pinturas murales son una parte integrante de los monumentos y lugares de valor patrimonial y deben ser preservadas *in situ*. Muchos de los problemas que afectan a las pinturas murales están relacionados con las deleznable condiciones que presentan los edificios o las estructuras, su uso impropio, la falta de mantenimiento y las frecuentes alteraciones y reparaciones. También la práctica reiterada de restauraciones, exponer las pinturas al descubierto de forma innecesaria, y el uso de métodos y materiales inadecuados, pueden producir un daño irreparable.

Las actuaciones inapropiadas, o las que no alcanzan el rigor de los cánones de intervención establecidos, así como la falta de una capacitación profesional idónea, han conducido a resultados desafortunados. Por esta razón, se requiere un documento capaz de sentar los principios para la adecuada conservación y restauración de las pinturas murales.

Artículo 1: Política de Protección

La realización de listados e inventarios de monumentos y lugares con valor patrimonial que posean pinturas murales, aún en los casos en que éstas se encuentren ocultas en la actualidad, constituye por sí misma una medida necesaria para la protección de las pinturas murales de las distintas culturas y religiones. Las leyes y demás normas para la protección del patrimonio cultural deben prohibir la destrucción, degradación o alteración de las pinturas murales, así como la de su entorno. La legislación no sólo debería proveer medidas para la protección de las pinturas murales, sino incidir también en la disponibilidad de recursos destinados

a la investigación, el tratamiento profesional y el control, y velar para que la sociedad pueda apreciar sus valores de carácter tangible e intangible.

Las intervenciones que resulten necesarias deberán realizarse con pleno conocimiento y permiso de las autoridades competentes. Cualquier trasgresión de esa regla debe llevar aparejada una sanción en el orden jurídico. Las previsiones legales deberán proyectarse también a los nuevos descubrimientos y a su preservación, hasta que éstos alcancen protección formal. Los proyectos de desarrollo regional, de carácter urbano, arquitectónico, o relativos a obras públicas de ingeniería, tales como la construcción de carreteras, presas, rehabilitación de edificios, etc. que afecten a pinturas murales no se deben llevar a cabo sin un estudio previo del impacto que éstas sufrirían y sin proveer las medidas necesarias para su salvaguarda.

Las distintas autoridades deberán hacer un esfuerzo especial de cooperación entre ellas, a fin de propiciar el respeto y las condiciones que permitan que las pinturas de carácter religioso cumplan funciones de culto, sin poner en riesgo su autenticidad.

Artículo 2: Investigación

Todos los proyectos de conservación deben iniciarse mediante una investigación científica sólida y rigurosa. El objeto de tales investigaciones es encontrar la máxima información posible, tanto de carácter histórico como estético y técnico, sobre el soporte material de la estructura y las capas superpuestas. Deben extenderse, además, a todos los valores materiales e incorpóreos de la pintura, así como a las alteraciones históricas, las adiciones y las restauraciones. Ello requiere una aproximación interdisciplinaria.

En la medida de lo posible, los métodos de investigación deben ser de naturaleza no destructiva. Las pinturas que puedan hallarse ocultas bajo blanqueos de cal, capas de pintura, yeso, etc., deberán ser objeto de una atención especial. La investigación científica sobre los mecanismos de degradación a macro y microescala, el análisis de los materiales y el diagnóstico del estado de conservación, son requisitos previos en cualquier proyecto de conservación.

Artículo 3: Documentación

Conforme a lo dispuesto en la Carta de Venecia, la conservación y restauración de las pinturas murales deben ir acompañadas de un programa de documentación, bien definido, consistente en un informe, a la vez analítico y crítico, ilustrado con dibujos, copias, fotografías, planos, etc. Deben registrarse las condiciones que ofrezcan las pinturas, los datos técnicos y formales relativos a su proceso de creación, y la historia de cada objeto. E incluso deberán documentarse todos los estadios del proceso de conservación, la restauración, los materiales y la metodología empleados. El informe deberá depositarse en los archivos de una institución pública, quedando a disposición del público interesado. También deberán conservarse copias de dicha documentación *in situ*, o en poder de los responsables del monumento. Igualmente se recomienda la publicación de los resultados del trabajo. Esta documentación deberá ordenarse en unidades temáticas relativas al proceso de investigación, a la diagnosis y al tratamiento. Los métodos tradicionales de documentación escrita y gráfica pueden complementarse con métodos digitales. Con independencia de los medios técnicos empleados, la conservación de los archivos y la disponibilidad de la documentación en el futuro, es de la mayor importancia.

Artículo 4: Conservación Preventiva, Mantenimiento y Gestión del Lugar

La conservación preventiva tiene por objeto propiciar unas condiciones favorables para reducir al máximo posible la degradación y evitar los tratamientos curativos innecesarios, prolongando así la vida de las pinturas murales. La práctica de un seguimiento adecuado y el control medioambiental son componentes sustanciales de la conservación preventiva. Las condiciones climáticas adversas y los problemas de humedad pueden producir no sólo deterioro, sino también ataques de carácter biológico. El seguimiento puede servir para detectar procesos de degradación de las pinturas, o de la estructura que les sirve de soporte, en su fase inicial, contribuyendo así a prevenir daños ulteriores. También permite conocer desde un principio la deformación y los fallos de estructura que podrían provocar la ruina del soporte. Un mantenimiento regular

del edificio o de la estructura en cuestión, constituye la mejor garantía para salvaguardar las pinturas murales.

Los usos públicos e inadecuados de los monumentos y los lugares con pinturas murales pueden perjudicar a éstas. Ello puede hacer necesario que se limite la afluencia de visitantes y, en determinados casos, el cierre temporal al público. Sin embargo, es preferible que éste tenga oportunidad de conocer y apreciar las pinturas murales directamente, puesto que son parte integrante del patrimonio cultural común. Por tanto, es importante que en la gestión del bien se incluya un cuidadoso plan de uso y acceso que contribuya a preservar, en la medida de lo posible, los auténticos valores, tangibles e intangibles, propios de los monumentos y los lugares patrimoniales.

Muchas pinturas murales, a menudo situadas en parajes aislados, sufren los estragos del vandalismo y el robo, debido a diversos motivos de orden sociológico, ideológico y económico. En tales casos, las autoridades competentes deberán tomar medidas preventivas para su custodia.

Artículo 5: Tratamientos de Conservación y Restauración.

Las pinturas murales forman parte integrante de los edificios o estructuras. Por lo tanto, su conservación debe considerarse comprendida en la del soporte material del conjunto arquitectónico al que pertenecen y su entorno. Cualquier intervención en el monumento debe tener en consideración las características especiales de las pinturas murales con el fin de preservarlas. Todas las intervenciones, tales como la consolidación, limpieza y reintegración, deberán ajustarse a unos márgenes mínimos a fin de evitar cualquier menoscabo en la autenticidad de los elementos materiales y pictóricos. Siempre que resulte posible, deberán preservarse, preferiblemente *in situ*, las muestras de capas estratigráficas, como testimonios de la historia de las pinturas.

El envejecimiento natural atestigua el paso del tiempo y ha de ser respetado.

Deberán conservarse las transformaciones químicas y físicas de carácter irreversible, siempre que su eliminación pudiera resultar dañina. Las restauraciones anteriores, los añadidos y los repintes sobre el original son parte de

la historia de las pinturas murales. Deben ser considerados como testigos de interpretaciones pretéritas y evaluados de forma crítica.

Todos los métodos y materiales utilizados en la conservación y restauración de las pinturas murales deberán tener en cuenta la posibilidad de que en el futuro se apliquen tratamientos distintos. El uso de nuevos materiales y métodos debe basarse en un conjunto de datos científicos suficientemente amplio y variado, así como en el resultado positivo de pruebas realizadas tanto en laboratorio como en los propios lugares. No obstante, ha de tenerse en cuenta que no se conocen los efectos potencialmente dañinos que los materiales y métodos nuevos pueden producir en las pinturas murales a largo plazo. En consecuencia, debe fomentarse el uso de materiales tradicionales, siempre que éstos sean compatibles con los componentes de las pinturas y la estructura del entorno.

La restauración tiene por objeto mejorar la interpretación de la forma y el contenido de las pinturas murales, siempre y cuando se respete la obra original y su historia. La reintegración estética contribuye a disminuir la percepción visual del deterioro y debe llevarse a cabo prioritariamente en materiales que no sean originales. Los retoques y las reconstrucciones deben realizarse de tal forma que sean discernibles del original.

Todas las adiciones deben ser fácilmente reversibles. No se debe repintar sobre el original.

Poner las pinturas murales al descubierto exige respetar la situación histórica y evaluar las pérdidas que puedan producirse. Tal operación sólo debe efectuarse tras haber realizado una investigación previa de las condiciones en que se hallan, así como de su extensión y valor, y siempre que resulte posible llevarla a cabo sin causar daños. Una vez puestas al descubierto, no deben exponerse a condiciones desfavorables.

En algunos casos, un programa de conservación o restauración puede incluir la restitución de pinturas murales decorativas o de superficies arquitectónicas coloreadas. Ello entraña la conservación de fragmentos auténticos y puede requerir su cobertura completa o parcial con capas protectoras. Toda restitución bien documentada y ejecutada de forma profesional, con materiales y

técnicas tradicionales, puede servir como testigo del aspecto histórico de las fachadas e interiores.

En todas las fases de un proyecto de conservación o restauración se debe contar con una dirección técnicamente solvente, así como con la autorización de las autoridades competentes. También es deseable asegurar una supervisión independiente del proyecto, bien sea a través de éstas últimas, o de otras instituciones que no tengan intereses comerciales en el mismo.

Artículo 6. Medidas de Emergencia

En situaciones de urgencia, es necesario recurrir a tratamientos de emergencia para salvaguardar las pinturas murales. Pero los materiales y las técnicas que se empleen deben permitir un tratamiento posterior. Tan pronto como sea posible, deben aplicarse medidas idóneas de conservación, con autorización de las autoridades competentes.

Los arranques y traslados de pinturas murales son operaciones peligrosas, drásticas e irreversibles, que afectan seriamente a su composición física, así como a su estructura material y a sus valores estéticos. Por tanto, tales actuaciones sólo resultan justificables en casos extremos, cuando todas las opciones de aplicación de otro tratamiento *in situ* carecen de viabilidad. Si se presenta una de estas situaciones, es mejor que las decisiones relativas a los arranques y traslados sean tomadas por un equipo de profesionales, y no por la persona encargada del trabajo de conservación.

Las pinturas arrancadas deberán ser repuestas en su emplazamiento original siempre que resulte posible.

Deberán adoptarse medidas especiales para la protección y mantenimiento de las pinturas arrancadas, así como para prevenir su robo y dispersión.

La aplicación de una capa de protección sobre la decoración existente, con el propósito de evitar el daño o destrucción que puede provocar su exposición a un ambiente inhóspito, habrá de realizarse con materiales compatibles con las pinturas murales, y de tal forma que permita que en el futuro puedan volver a destaparse.

Artículo 7. Investigación e Información Pública

La puesta en marcha de proyectos de investigación, en el campo de la conservación y la restauración de las pinturas murales, es requisito esencial de una política de desarrollo equilibrado. Deben fomentarse las investigaciones basadas en tesis que puedan enriquecer el conocimiento sobre los procesos de degradación. La investigación que amplíe nuestro saber sobre las técnicas pictóricas originales, al igual que los materiales y los métodos empleados en anteriores prácticas de restauración, constituyen elementos fundamentales para desarrollar proyectos de conservación acertados. Dicha investigación resulta también útil y pertinente para otras disciplinas conexas del campo de las artes y de las ciencias. Deberá reducirse al máximo tanto la alteración de los soportes que resulten significativos, como la obtención de muestras, para su estudio.

La difusión de conocimientos es un factor esencial de la investigación y debe llevarse a cabo no sólo a escala profesional, sino también en el ámbito popular. La información pública puede ampliar notablemente la conciencia sobre la necesidad de salvaguardar las pinturas murales, aunque los trabajos de conservación y restauración puedan causar molestias ocasionales.

Artículo 8. Educación y Formación Profesional

La conservación y la restauración de la pintura mural constituyen una disciplina especializada en el campo de la preservación del patrimonio. Puesto que este trabajo requiere conocimientos especializados, capacitación, experiencia y responsabilidad, los conservadores y restauradores de este tipo de bienes culturales deben tener una educación y una formación profesional idóneas, como recomienda el Código de Ética del Comité de Conservación del ICOM (1984) y agrupaciones tales como la ECCO (Confederación Europea de organizaciones de Conservadores y Restauradores) y la ENCoRe (Red Europea de Educación en Conservación y Restauración)

Artículo 9. Renovación Tradicional

En muchas regiones del mundo, se siguen utilizando las mismas prácticas pictóricas empleadas originalmente por los artistas y artesanos, repitiendo programas históricos de carácter decorativo e iconográfico mediante el uso de

materiales y técnicas tradicionales. Tales tradiciones, que responden a exigencias religiosas y culturales y están de acuerdo con los principios de Nara, deben mantenerse. Sin embargo, aunque sea importante que estos conocimientos especiales se conserven, ello no implica que los tratamientos de conservación y restauración deban ser realizados por artesanos o artistas.

Artículo 10. Cooperación Internacional

Compartir el cuidado del patrimonio común es una noción aceptada a escala nacional e internacional. Por tanto, es preciso fomentar el intercambio de conocimientos y difundir la información en todos los ámbitos. Dentro del espíritu que inspira la colaboración interdisciplinaria, los conservadores y restauradores de pintura mural necesitan relacionarse con sus colegas de otros países, con instituciones apropiadas, y con especialistas de todo el mundo.

La presente versión de este documento se elaboró entre el 28 de octubre y el 1 de noviembre de 2002, en Copenhague, y se acabó de redactar en Tesalónica, los días 8 y 9 de mayo de 2003, actuando como relatora Isabelle Brajer.

Participantes:

<i>R.C. Agrawal (India)</i>	<i>George Kavakas (Grecia)</i>
<i>Valia Anapliotou (Grecia)</i>	<i>Haris Lionis (Grecia)</i>
<i>Stefan Belishki (Bulgaria)</i>	<i>Penelope Mavroudi (Grecia)</i>
<i>Giorgio Bonsanti (Italia)</i>	<i>Vassilis Petropoulos (Grecia)</i>
<i>Isabelle Brajer (Dinamarca)</i>	<i>Michael Petzet (Alemania)</i>
<i>Marjan Buyle (Bélgica)</i>	<i>Ursula Schädler-Saub (Alemania)</i>
<i>Jaime Cama Villafranca (México)</i>	<i>Walter Schudel (Bélgica)</i>
<i>Nikolas Charkioulakis (Grecia)</i>	<i>Nimal de Silva (Sri Lanka)</i>
<i>Rob Crèvecoeur (Holanda)</i>	<i>Roland Silva (Sri Lanka)</i>
<i>Luigi Dei (Italia)</i>	<i>Kirsten Trampedach (Dinamarca)</i>
<i>Alberto Felici (Italia)</i>	<i>Ioannis Zervos (Grecia)</i>
<i>Vaios Ganitis (Grecia)</i>	

Fuente: <http://www.icomos.org>