

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE
VIVIENDAS DEL s.XVI AL s.XIX DEL CENTRO HISTÓRICO DE
LIMA CON FINES DE REFORZAMIENTO Y RESTAURACIÓN.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Jara Zelaya, Michael Hans

Montoya Flores, Jorge Augusto

ASESOR:

Christian Asmat Garaycochea

Lima, Julio, 2023

INFORME DE SIMILITUD

Yo, **Christian Alberto Asmat Garaycochea**, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada **“LINEAMIENTOS DE EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE VIVIENDAS DEL s.XVI AL s.XIX DEL CENTRO HISTÓRICO DE LIMA CON FINES DE REFORZAMIENTO Y RESTAURACIÓN”**, de los autores **Michael Hans Jara Zelaya** y **Jorge Augusto Montoya Flores**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 04/08/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte junto al documento, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 04 de agosto del 2023

Apellidos y nombres del asesor: <u>Asmat Garaycochea, Christian Alberto</u>	
DNI: 45650009	Firma: 
ORCID: 0000-0003-3893-4573	

RESUMEN

El Perú posee una gran riqueza histórica-cultural por lo que es de suma importancia tomar acciones orientadas a la preservación de sus edificaciones antiguas ya que están ubicadas en una zona de alto riesgo sísmico, lo que constituye la principal amenaza para su deterioro. Asimismo, existe muy poca información disponible orientada a la evaluación y diagnóstico de dichas edificaciones con un enfoque especial en la ciudad de Lima. En ese sentido, en la presente investigación se busca establecer una serie de lineamiento para una evaluación y diagnóstico, especialmente orientado a las viviendas del Centro Histórico de Lima comprendidas entre los siglos XVI-XIX, con fines de restauración y reforzamiento.

La metodología planteada para las acciones de evaluación y diagnóstico se encuentran enmarcadas dentro de las limitaciones que suponen trabajar con edificaciones de valor patrimonial. Los lineamientos de evaluación y diagnóstico planteados tienen como finalidad conocer a profundidad el estado de conservación al momento de la intervención ya que servirá de base para las demás acciones a tomar. Por otro lado, estos lineamientos buscan comprender los procesos que dieron lugar al estado de deterioro encontrado y plantear mecanismos de actuación primarios para las futuras intervenciones de restauración y/o reforzamiento. Asimismo, se presentan una serie de procedimientos de restauración y reforzamiento, de manera informativa, que han sido utilizados en edificaciones de valor patrimonial o que cuya efectividad ha sido demostrada por diversos estudios. Sin embargo, su aplicación dependerá del criterio del profesional encargado del proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento y Justificación.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos generales.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Hipótesis.....	2
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Marco Histórico.....	3
2.1.1 Centro Histórico de Lima-Patrimonio Cultural.	3
2.1.2 Evolución urbana de Lima Virreinal.....	5
2.1.2.1 Los inicios de la ciudad.....	6
2.1.2.2 Apogeo de Lima.....	6
2.1.2.3 Últimos años.	7
2.1.3 Arquitectura Virreinal de Lima.....	8
2.1.3.1 Características arquitectónicas.....	8
2.1.3.2 Características Estructurales.	11
2.1.3.3 Arquitectura civil-doméstica.....	14
a) Vivienda urbana o “casa solariega”.	15
b) Vivienda popular.....	16

2.1.4	Arquitectura Republicana de Lima.	17
2.2	Marco Conceptual	22
2.2.1	Evaluación.....	22
2.2.1.1	Causas de deterioro y degradación.	22
a)	De origen intrínseco a la estructura.	23
b)	De origen extrínseco a la estructura.	23
2.2.1.2	Análisis de efectos.	24
2.2.2	Diagnóstico.	25
2.2.2.1	Ejes de diagnóstico.	26
a)	Eje problemático institucional.....	26
b)	Eje problemático socioeconómico.	27
c)	Eje problemático urbano-arquitectónico.	28
2.2.3	Reforzamiento Estructural en Monumentos Históricos.....	29
2.2.3.1	Peculiaridades de las edificaciones históricas para la evaluación estructural..	29
a)	Falta de Información.....	29
b)	Materiales de Construcción.	29
c)	Conexión de Elementos estructurales.	29
d)	Procedimientos de reforzamiento.	30
2.2.4	Restauración.....	30
2.2.4.1	Principios de Restauración.....	30
a)	Respeto a la historicidad del inmueble.	30
b)	No Falsificación.....	31

c) Respeto a la patria.....	31
d) Conservación in situ.	31
e) Reversibilidad.....	31
2.3 Materiales utilizados en las edificaciones del Centro Histórico de Lima	31
2.3.1 Quincha.....	31
2.3.1.1 Elementos y materiales.	33
a) Columnas.....	33
b) Vigas de Pared.....	33
c) Muros	33
d) Conexiones.....	33
e) El relleno	33
f) Techo.....	33
2.3.1.2 Propiedades Mecánicas de la Quincha.....	34
2.3.2 Adobe.....	35
2.3.2.1 Elementos y materiales.	36
a) Tierra.....	36
b) Piedra.....	36
c) Mortero.....	36
2.3.2.2 Propiedades mecánicas del adobe.....	36
a) Resistencia a Corte.....	36
b) Resistencia a Flexión.....	37
c) Resistencia a Compresión	37

2.4 Procedimientos constructivos de materiales: Quincha y Adobe	38
2.4.1 Procedimiento Constructivo con Quincha.	38
2.4.1.1 Método Tradicional.....	38
a) Construcción del Marco Estructural.....	39
b) Cierre de Muros.....	39
c) Relleno	40
2.4.1.2 Quincha Prefabricada Modular.	40
a) Construcción de Cimientos y Pisos.....	41
b) Paneles Prefabricados.....	41
2.4.2 Procedimiento Constructivo con Adobe.	42
2.4.3 Sistema Adobe - Quincha	43
2.5 Ensayos no destructivos	44
2.5.1 Photogrammetry for Geometrical Survey.....	45
2.5.2 Termografía infrarroja	47
2.5.3 Velocidad de pulso sónico	48
2.5.4 Flat Jack Test para la determinación del sistema estructural.....	49
 CAPÍTULO III: BASES DEL DIAGNÓSTICO Y ANTECEDENTES DEL REFORZAMIENTO.....	 51
3.1 Bases para el diagnóstico	51
3.1.1 Eje Problemático Institucional.....	52
3.1.1.1 Usos del suelo.	52
3.1.1.2 Licencias otorgadas.....	53
3.1.1.3 Factibilidad legal para la recuperación.	54

3.1.2 Eje Problemático Socioeconómico.	54
3.1.2.1 Propietarios.	55
3.1.2.2 Características de la población.....	55
3.1.2.3 Tugurización y declaración de inhabitabilidad.	57
3.1.3 Eje Problemático Físico-Urbano.....	58
3.1.3.1 Valor Patrimonial.....	59
3.1.3.2 Categorías de inmuebles.	59
3.1.3.3 Estado de Conservación y estado actual de la vivienda.....	60
3.1.3.4 Materiales de construcción.	62
3.1.4 Eje Problemático de la Gestión del Riesgo de Desastres.....	62
3.1.4.1 Características del Centro Histórico para el riesgo.....	63
a) Características naturales.....	63
b) Características poblacionales.	63
c) Características propias de los inmuebles.....	64
d) Características de los usos actuales.....	65
3.1.4.2 Evaluación de la vulnerabilidad.....	66
3.2 Antecedentes del reforzamiento y restauración de Monumentos Históricos.....	68
3.2.1 Técnicas de reforzamiento	68
3.2.1.1 Reforzamiento de muros.....	68
3.2.1.1.1 Refuerzo con mallas de acero y mortero.....	69
3.2.1.1.2 Refuerzo con madera confinante.	69

3.2.1.2 Mejoramiento de entrepisos y diafragmas.	70
3.2.1.2.1 Mejoramiento con vigas corona perimetrales.	71
3.2.1.2.2 Mejoramiento con entablado complementario.....	71
3.2.1.3 Reparación de curvaturas o deflexiones de vigas de madera.....	72
3.2.1.4 Reparación de grietas.....	73
3.2.1.5 Reparación de derrumbes de techos y cubiertas.	75
3.2.1.6 Reforzamiento de elementos atacados por xilófagos.....	76
3.2.2 Técnicas de restauración.....	77
3.2.2.1 Rehabilitación de cubiertas.	77
3.2.2.2 Rehabilitación de entrepisos.....	78
3.2.2.3 Rehabilitación de pañetes y revoques.....	79
3.2.2.4 Rehabilitación de pisos.....	80
3.2.2.5 Rehabilitación de muros expuestos a “Mal de Changas”, musgos, líquenes, entre otros.....	81
3.2.2.6 Rehabilitación de elementos de carpintería de madera y metal.....	82
3.2.2.6.1 Rehabilitación de puertas y portones de madera.....	82
3.2.2.6.2 Rehabilitación de ventanas y balcones de madera.....	83
3.2.2.6.3 Rehabilitación de elementos diversos de carpintería de metal.....	84
3.2.3 Casos de aplicación.....	84
3.2.3.1 Iglesia Mark ‘Jo Cusco.....	84
3.2.3.2 La Iglesia Catedral de Arequipa.....	86

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO	88
4.1 Lineamientos de evaluación y diagnostico.....	89
4.1.1 Recolección de la información.....	89
a) Estudios previos y Antecedentes.....	90
b) Definir uso futuro.....	91
c) Inspección visual del estado de la edificación.	91
d) Evaluaciones especializadas.....	91
4.1.2 Efectos y causas del estado actual de las viviendas.....	95
a) Relacionado a los materiales propios de la estructura.....	96
b) Relacionado al proceso constructivo.....	97
c) Relacionado a agentes naturales.....	98
d) Relacionado a la acción humana.....	99
4.1.3 Análisis de vulnerabilidad.....	100
4.1.3.1 Análisis Multifactorial	101
4.1.3.2 Factores agravantes de la vulnerabilidad	106
4.1.4 Mecanismos de actuación.	108
CAPITULO V: CONCLUSIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del Centro Histórico de Lima.	4
Figura 2. Portada lateral de la iglesia de San Agustín.	9
Figura 3. Portada del Perdón de la Catedral de Lima.	10
Figura 4. Portada lateral de N.S de la Merced.	10
Figura 5. Casa Vásquez y Cavero de Acuña.	11
Figura 6. Portada lateral de la iglesia de Santo Domingo.	11
Figura 7. Detalle adobe y cañas de eucalipto.	12
Figura 8. Corte típico de las viviendas del Centro Histórico de Lima.	13
Figura 9. Casa de Jerónimo de Aliaga.	15
Figura 10. Casa Cavero y Vásquez de Acuña.	16
Figura 11. Casa Dubois.	18
Figura 12. Jardín interior de la Quinta Heeren.	19
Figura 13. Palacio Municipal.	19
Figura 14. Escuela Nacional de Bellas Artes.	20
Figura 15. Antiguo Ministerio de Educación.	21
Figura 16. Conjunto habitacional Chabuca Granda.	21
Figura 17. Muro de adobe invadido por la vegetación.	24
Figura 18. Incendio de catedral Notre Dame, Paris.	24
Figura 19. Erosión superficial de los muros de adobe.	25
Figura 20. Dinámica de afectación de los centros históricos.	27
Figura 21. Fachada de la Casa Aliaga.	32
Figura 22. Fachada de Palacio de Torre Tagle.	32
Figura 23. Ensayo de Carga lateral aplicada en extremo.	34
Figura 24. Ensayo de Carga lateral aplicada en extremo.	35

Figura 25. Ensayo de compresión Diagonal	37
Figura 26. Ensayo de pila y falla del espécimen.....	38
Figura 27. Estructura de Marco formado por Horcones	39
Figura 28. Vista Exterior del Muro de Quincha	39
Figura 29. Capa de Relleno de Arcilla sobre Muro de Quincha.....	40
Figura 30. Estructura de Quincha Prefabricada	40
Figura 31. Cimientos de las estructuras prefabricadas.....	41
Figura 32. Armado de Paneles Prefabricados de Quincha.....	41
Figura 33. Vista de del sistema Adobe-Quincha	43
Figura 34. Vista Exterior de prototipo de sistema adobe-quincha.....	44
Figura 35. Aplicación de fotogrametría para obtener el modelo geométrico.	46
Figura 36. Procedimiento para generar el modelo 3D a través de la fotogrametría	46
Figura 37. Tipos de Termografía.	47
Figura 38. Sistemas Termográficos (Pasivo y Activo)	48
Figura 39. Tipos de ondas en un cuerpo solido que recibe el impacto de una carga.....	49
Figura 40. Diferentes configuraciones para el ensayo de pulso sónico	49
Figura 41. Procedimientos del Ensayo Flat Jack	50
Figura 42. Ensayo doble del “flat jack” para medir la deformación.....	50
Figura 43. Estado de conservación de inmuebles del CHL.	61
Figura 44. Usos del suelo en el CHL.	65
Figura 45. Materiales empleados en el refuerzo de muros con mallas de acero y mortero	69
Figura 46. Detalle de instalación de tablas de madera en los muros.	70
Figura 47. Detalle instalación vigas corona.....	71
Figura 48. Detalle de doble entablado.	72
Figura 49. Detalle de injerto de madera.....	73
Figura 50. Detalle de instalación de drizas	74
Figura 51. Detalle de contrafuerte	75

Figura 52. Detalle de techo con tijerales.....	76
Figura 53. Detalle unión de injerto a la madera.....	77
Figura 54. Tratamiento de la manera con producto antixilófago.....	78
Figura 55. Trabajos de rehabilitación de revoques y/o acabados en muros.....	79
Figura 56. Trabajos de rehabilitación de pisos.	80
Figura 57. Rehabilitación de muros afectados por el “Mal de changas”.....	82
Figura 58. Modelo Típico de la Iglesia Mark’jo Cusco.....	85
Figura 59. Dibujo de la Iglesia Catedral de Arequipa 1850	86
Figura 60. Reconstrucción parcial de la Catedral de Arequipa	87
Figura 61. Esquema de Refuerzo Estructural de la Torre.....	87
Figura 62. Diagrama de flujo de procedimiento propuesto para la evaluación y diagnóstico. 88	
Figura 63. Componentes del lineamiento de la recolección de la información.	90
Figura 64. Esquema metodológico del estudio detallado	95
Figura 65. Esquema metodológico del análisis multifactorial.....	100
Figura 66. Mapa de población mayor a 65 años en el CHL (el rojo indica mayor concentración de este grupo etario, mientras que el amarillo una menor concentración).....	102
Figura 67. Factor agravante según el número de pisos.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1:.....	14
Resultados de los esfuerzos cortantes del ensayo pseudo-dinámico	14
Tabla N°2.....	14
Máximos desplazamientos de cada nivel durante el ensayo	14
Tabla N°3:.....	45
Ensayos no destructivos aplicados a distintas edificaciones en el Perú.....	45
Tabla N°4:.....	56
Ocupación de la población mayor a 16 años en el Centro Histórico de Lima.....	56
Tabla N°5:.....	103
Información de viviendas con sistema estructural a base de adobe y adobe-quincha	103
Tabla N°6:.....	104
Tabla de vulnerabilidad para los distintos sistemas estructurales.....	104
Tabla N°7:.....	105
Relación del nivel de daño y nivel de vulnerabilidad-.....	105

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se desarrollarán conceptos introductorios a la investigación planteada. Se iniciará con el planteamiento y justificación del tema a tratar y se finalizará desarrollando los objetivos generales y específicos de la investigación.

1.1 Planteamiento y Justificación

El Perú posee una riqueza histórica y cultural muy grande, por lo que es de gran importancia preservar las edificaciones antiguas, las cuales representan un patrimonio de gran valor. Estas edificaciones fueron construidas con técnicas y métodos de su tiempo, los cuales presentan una alta vulnerabilidad ante sollicitaciones sísmicas.

Asimismo, la falta de documentación especialmente dedicada en el estudio de los lineamientos de evaluación y diagnóstico en edificaciones antiguas, enfocadas en la realidad peruana, hace necesaria una recopilación exhaustiva de esta información para que pueda ser usada en la aplicación con fines de reforzamiento y restauración de viviendas antiguas del centro histórico de Lima. Sabemos además lo importante que pueden significar las acciones de intervención preventiva y correctiva en espacios de gran valor cultural e histórico como es el centro de la ciudad de Lima, por ello es vital plasmar, teniendo en cuenta los principios para este tipo de casos (edificaciones históricas), los procedimientos y recomendaciones a seguir propuestos por los especialistas y los acuerdos internacionales.

Es parte de la responsabilidad social como ingenieros contribuir con nuestros conocimientos técnicos en la mejora de la calidad de vida de los pobladores y de contribuir con la restauración y preservación de nuestro patrimonio cultural. Por los problemas mencionados, la presente tesis plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué metodologías y herramientas se pueden aplicar para la evaluación y el diagnóstico de las viviendas antiguas del Centro Histórico de Lima?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos generales

Establecer una Guía de lineamientos para la conservación de las viviendas del centro histórico de Lima mediante la recopilación de técnicas de evaluación y diagnóstico con fines de restauración y reforzamiento.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar información acerca de las técnicas de evaluación y diagnóstico de las viviendas del Centro Histórico de Lima
- Conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales con los cuales las viviendas del Centro Histórico de Lima fueron construidas.
- Conocer los procedimientos constructivos utilizados en las viviendas del Centro Histórico de Lima.
- Reunir información de las técnicas de reforzamiento y conservación para las viviendas del Centro Histórico de Lima.

1.3 Hipótesis

Existen diversos procedimientos y metodologías de evaluación y diagnóstico que se han aplicado en muchos proyectos con fines de restauración y diagnóstico, que pueden ser aplicadas en el Centro Histórico de Lima. Estas metodologías se sustentan en un enfoque multidisciplinario para alcanzar el objetivo final de la puesta en valor del inmueble intervenido. Entre sus procedimientos más comunes están las inspecciones visuales, las evaluaciones estructurales, los ensayos de materiales, la obtención de propiedades y la identificación de causas de deterioro, para que a partir de estas herramientas se obtenga un diagnóstico del estado de conservación del inmueble y se tomen las decisiones para realizar las intervenciones.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se desarrollará todo el marco teórico de la investigación. Esto incluye un repaso por el Marco Histórico, Marco Conceptual y una descripción de los materiales utilizados en las edificaciones del Centro Histórico de Lima. Con este capítulo se busca que el lector pueda comprender mejor el contexto de la investigación y sensibilizarse acerca de la importancia y valor de las edificaciones del Centro Histórico de Lima.

2.1 Marco Histórico

En la siguiente sección de la investigación se desarrollará un Marco Histórico del Centro Histórico de Lima y se entenderá su valor como Patrimonio Cultural. Se hará una revisión de la evolución urbana de Lima para entender el estado actual de la disposición y características de las viviendas estudiadas en la presente investigación. Finalmente se explicará acerca de las características arquitectónicas resaltantes de las viviendas del Centro Histórico de Lima.

2.1.1 Centro Histórico de Lima-Patrimonio Cultural.

El Centro Histórico de Lima es un área de Lima Metropolitana que ha sido designada por la Unesco como Patrimonio Cultural de la Humanidad en el año 1991. Esta área comprende principalmente la Lima que fue fundada por Francisco Pizarro y que es conocida como “El damero de Pizarro”.

La ciudad de Lima fue fundada, como se ha mencionado, por Francisco Pizarro el 18 de enero de 1535 bajo el célebre nombre de “La ciudad de los Reyes” para convertirse en la capital del Virreinato del Perú y ser de las más importantes ciudades de su época por todo lo que significaba desde el punto de vista administrativo, estratégico y geográfico.

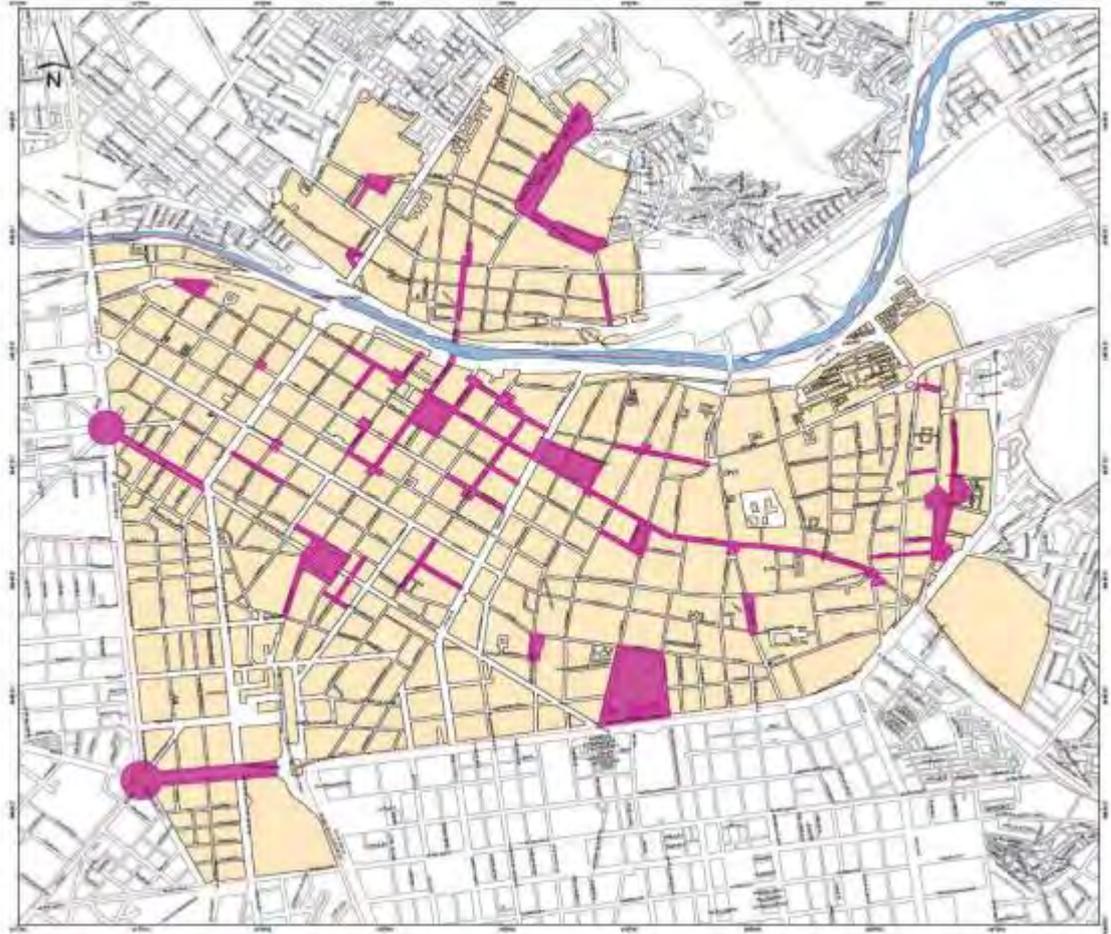


Figura 1. Mapa del Centro Histórico de Lima.

Tomado de “Análisis de la vulnerabilidad ante sismos del CHL” por: Estacio, J. (2010)

Para su valoración como Patrimonio Cultural, la Unesco toma en cuenta principalmente las características de Lima Virreinal que perduran hasta nuestros días. Dentro de estas características se encuentran el trazado, las tipologías arquitectónicas, los procedimientos constructivos tradicionales, la historia y su influencia que tuvo en las demás ciudades de la región como se menciona en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima que fue aprobado en el 2019 por la Municipalidad de Lima. Por su parte, la Unesco resalta lo siguiente:

“El proceso de evangelización trajo varias órdenes religiosas a fines del siglo XVI, las que obtuvieron un gran reconocimiento que se tradujo en la construcción de muchas iglesias y conventos de gran extensión y sofisticación. También se construyeron hospitales, escuelas y universidades. [...] Muchos edificios y estructuras construidos durante el período del virreinato son ahora importantes monumentos históricos, como el puente de piedra sobre el Rímac, el Paseo de Aguas, la Alameda de los Descalzos y la

Plaza de Toros de Acho, ubicado en el actual distrito de Rímac, y el Cementerio General” (Unesco, 2016)

Si bien se resalta la parte Virreinal de Lima, la ciudad ha pasado por muchos procesos a lo largo de su historia y que han determinado el escenario cultural que encontramos actualmente. Estos procesos, como la etapa independentista y la república en sus diversas épocas y estilos de influencia, han incorporado sus propias tipologías y características a las edificaciones y al conjunto urbano de la ciudad. Estas características pueden resultar compatibles o incompatibles con las características fundacionales de la ciudad de Lima y que harán colocarse en una posición de mayor valoración para entidades como la Unesco. En algunas ocasiones las características compatibles se habrán incorporado de manera adecuada a la estructura y serán valoradas con igual intensidad, mientras que, en el otro caso, de las incompatibles, dependerá de su valor excepcional y su armonía con su predecesor para obtener una buena valoración (Prolima, 2019).

Dada toda esta importancia que adquieren las edificaciones enmarcadas dentro del Centro Histórico de Lima, es importante que sean cuidadas y preservadas para su puesta en valor. Además, las labores de intervención estarán condicionadas por criterios distintos a edificaciones comunes o sin este valor declarado por una entidad como la Unesco. Para ello, existen calificadores del valor monumental que se describen en la norma peruana como de “primer orden”, “segundo orden” y de “tercer orden”. En el caso de las de “primer orden” se considerarán las características pre-fundacionales y fundacionales que aún se mantienen hasta hoy; en el caso de las de “segundo orden” se incluirán las características compatibles con los fundacionales pues representan una continuidad tipológica y tecnológica; y en “tercer orden” se ubicaran las modificaciones posteriores que pudo tener hasta la actualidad (Prolima, 2019). Esto no debe confundirse con que se va a desatender de las características de las edificaciones correspondiente a otros tiempos, sino debe entenderse que la evaluación debe realizarse de manera particular en cada caso para lograr un balance en los valores asignados.

2.1.2 Evolución urbana de Lima Virreinal.

Siguiendo la evolución urbana planteada por Prolima en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima explicaremos de manera concisa el cambio que ha sufrido la ciudad de Lima con el paso del tiempo en su organización territorial y podremos entender su configuración actual y características de sus edificaciones.

2.1.2.1 Los inicios de la ciudad.

La ciudad de Lima se construye teniendo en cuenta como punto de partida su Plaza Mayor. Alrededor de esta se construirán edificaciones de carácter gubernamental y religioso, mientras que las viviendas de uso común para los nuevos residentes españoles se construirían enmarcadas dentro de una organización de líneas rectas perpendiculares. En estos primeros años se tendrían dos espacios públicos principales, aparte de la plaza mayor: La plazuela de la Inquisición y la llamada plazuela de Santa Ana (hoy conocida como plaza Italia), donde se encontraban un estanque prehispánico y un hospital construido sobre los terrenos correspondientes a una antigua huaca, respectivamente.

Posteriormente, muy cerca de este gran núcleo fundacional se erigieron dos zonas urbanas: el barrio de San Lázaro, al norte del río Rímac y la reducción de indígenas Santiago del Cercado. En el barrio de San Lázaro se fue poblando de viviendas y comercios de españoles que llegaron a esta zona luego de haber expulsado a la población indígena que ocupaba estas tierras, mientras que, la reducción de indígenas resaltaba por su muro perimetral construido con la técnica tradicional del tapial y en su interior se podían encontrar a la población organizada en manzanas rectangulares, además de iglesias y colegios que ayudaban al adoctrinamiento de los indígenas.

Así como la reducción de indígenas de Santiago del Cercado, se crearon varias otras a las afueras de la ciudad de Lima, ubicadas en las zonas de los valles de los ríos Rímac, Chillón y Lurín. Por otra parte, el puerto del Callao fue otra de las zonas cuya configuración se creó de manera similar, con una trama urbana reticular y con una protección amurallada que circundaba la zona.

Finalmente, el cronista Pedro Cieza de León menciona, a su paso por Lima por esos primeros años, que era una ciudad con muy buenas casas, algunas imponentes y elegantes, con terrazas y torres. Además, las plazas eran amplias y aireadas, y se sorprendió de ver como las acequias llegaban directamente a las casas para regar sus huertos y jardines.

2.1.2.2 Apogeo de Lima.

Para conocer a la ciudad de Lima en sus mejores años del siglo XVII revisaremos lo que el padre Bernabé Cobo mencionó luego de visitar la ciudad. Él quedó sorprendido con lo rápido que había crecido la ciudad y que este crecimiento no fue acorde a lo planeado y sin respetar los lineamientos del damero pues se habían formado calles desiguales, torcidas y

algunas sin salida. Cabe señalar que este desorden inicial de la ciudad se había dado sin que la ciudad haya sufrido de algún desastre natural, incendio o saqueo, por lo que Cobo atribuye este desorden tanto a sus pobladores como a las autoridades que no fiscalizaron a tiempo estos fenómenos.

Según relata Cobo, para estos años, la ciudad contaba con un aproximado de 4000 casas distribuidas en la zona central como en sus alrededores. También calcula que la población total ascendería a 60000 habitantes, entre españoles, indios y negros esclavos. Por estos años ya se hacía cada vez más imponente la Plaza Mayor, que contaba con su pileta y que se le habían añadido grandes ventanas y balcones alrededor de esta. Además, se podía observar varias tiendas comerciales y de oficios muy cerca de esta. Es así como la trama reticular se iba perdiendo por la aparición de comerciantes y también de espacios públicos, principalmente frente a las iglesias como las plazuelas.

Finalmente, la construcción de las murallas de Lima marcó notablemente la vida de la ciudad. Su construcción fue vista como una necesidad debido a que la ciudad se había convertido en la más importante de la región y además era centro administrativo y comercial y estaba bajo amenaza de ataques o saqueos. Es de esta manera que la ciudad se convirtió en una metrópoli con una trama urbana reticular en la zona central que se iba perdiendo a manera que se alejaba y con grandes campos de cultivos y huertas en la periferia que abastecían el día a día de sus pobladores, todo esto dentro de los límites establecidos por sus murallas. Por estos años, también se construyó el principal centro recreacional de la ciudad: La Alameda Vieja o de los Descalzos, en el conocido barrio de San Lázaro.

2.1.2.3 Últimos años.

Estos años quedaron muy fuertemente marcados por los sismos que azotaron a la ciudad en los años 1687 y 1746, los cuales redujeron a ruinas la ciudad de Lima y, por su parte, el puerto del Callao fue devastado por un terrible maremoto. Esto resultó en un cambio de sistemas constructivos y de detalles arquitectónicos de la ciudad para tener un mejor desempeño ante estos eventos. La reconstrucción de la ciudad fue un proceso lento y que fue aprovechado por las autoridades para modernizar, ordenar y limpiar la ciudad con la finalidad de tener un mejor control.

Para su reconstrucción se mantuvo la idea fundacional de su trama urbana con más calles y plazas, y se invirtió en las obras de finalidad recreacional como lo fueron la Alameda

Nueva o de Acho y el paseo de Aguas. Asimismo, por estos años se construyó la plaza de toros de Acho, el coliseo de Gallos y el Teatro Principal de Lima.

La población limeña creció, por estos años, rápidamente y la demanda de vivienda también creció al mismo ritmo. Es así como la construcción de viviendas proliferó por estos años en las periferias de la ciudad, acrecentada aún más por el elevado costo que tenían las viviendas más céntricas. Se crearon más calles y espacios urbanos que hizo a la ciudad de Lima nuevamente acercarse más a sus murallas, acercándose al desborde. Finalmente, surgieron proyectos para la construcción de la vía al puerto del Callao y del Cementerio General para desterrar la costumbre de enterrar a los muertos en las iglesias en las denominadas criptas.

2.1.3 Arquitectura Virreinal de Lima.

Las características arquitectónicas de las viviendas del Centro Histórico de Lima se distinguen según el periodo histórico en el que fueron concebidas. Es así que se procede a describir las características arquitectónicas virreinales que corresponden al periodo de estudio de la presente investigación. Se desarrollarán los distintos estilos arquitectónicos presentes y se explicara específicamente las características arquitectónicas de las construcciones de uso civil-domestico.

2.1.3.1 Características arquitectónicas.

En sus inicios, la arquitectura limeña fue muy sencilla, propia de una ciudad en proceso de conquista y se emplearon materiales que estaban al alcance como adobe y madera. Las iglesias y viviendas, que inicialmente se construyeron, siguieron la influencia europea de la época basada en corrientes renacentistas y filiación por lo clásico. Actualmente no hay mucha evidencia de estas construcciones, pero podemos tomar como ejemplo la portada lateral de la iglesia de San Agustín (Prolima, 2019).



Figura 2. Portada lateral de la iglesia de San Agustín.

Tomada de: Plan Maestro del CHL (2019)

Con el paso de los años y con el prestigio que adquiriría la ciudad, sus construcciones no fueron ajenas a tal prosperidad. Así es como para inicios del siglo XVII se identifican los primeros indicios de la presencia del barroco traído por artesanos nacidos y formados en España. Este estilo se puede ver claramente en la portada de la Catedral de Lima, donde se identifica un elemento inconfundible de este estilo: la cornisa abierta. Además, aparecieron las iglesias de tres naves de planta basilical con crucero y las de una nave con cruz latina, sin perder el empleo de bóvedas con crucería gótica y armaduras mudéjares como cobertura. En los siguientes años, el barroco se asentó más en la ciudad ya que era de gran influencia para los artesanos nacidos en el Virreinato y lo plasmaron en muchas portadas religiosas. Tal es el caso de la iglesia de Nuestra Señora de Copacabana, la iglesia de La Limpia Concepción o la iglesia de Nuestra Señora del Prado, en esta última aparecen elementos característicos del barroco limeño: la ventana oval y las pilastras con una cartela como capitel. Siguiendo la línea de la arquitectura de las iglesias, en los próximos años llegará la tendencia de la arquitectura del retablo que se puede observar en iglesias como Nuestra Señora de la Merced y la iglesia de San Agustín en su portada principal (Prolima, 2019).



Figura 3. Portada del Perdón de la Catedral de Lima.

Tomada de: Plan Maestro del CHL (2019).



Figura 4. Portada lateral de N.S de la Merced.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

En el ámbito de la arquitectura doméstica, el barroco también se hizo presente en la ciudad de Lima. Esta influencia se puede ver en las portadas de algunas viviendas como la casa Esquivel y Jarava, la casa de los marqueses Torre Tagle o la casa de los Vásquez y Cavero de Acuña, entre otras. Entre la característica más resaltante de este estilo es el empleo de pilastras flotantes sobre ménsulas con distintas variantes según la época y el inmueble (Prolima, 2019).



Figura 5. Casa Vásquez y Cavero de Acuña.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).



Figura 6. Portada lateral de la iglesia de Santo Domingo.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

Como se sabe, el terremoto de 1746 fue un punto de quiebre importante para la ciudad y en las labores de reconstrucción de la ciudad se continuó con el estilo barroco, pero sumada de una importante influencia del estilo francés. Esto se puede observar en las portadas de las iglesias de Cocharcas, de la Recoleta Dominicana y de Santa Teresa. También se evidenció la preferencia por retornar a estilos clásicos como en la iglesia de los Huérfanos y la iglesia de San Carlos. Finalmente, la llegada de la corriente neoclásica a la ciudad se dio por los años 1790 usándose en retablos y en algunas portadas como la iglesia de Santo Domingo (Prolima, 2019).

2.1.3.2 Características Estructurales.

El centro histórico de Lima se caracterizó por tener el sistema constructivo adobequincha; el primer nivel consista en mampostería de adobe y los niveles superiores de paneles de madera con quincha. Para tener una buena unión entre el primer y segundo nivel se utilizaron varillas de eucalipto en los cimientos los cuales actuaron como columnas, estas varillas se

ubican en las esquinas y se distribuyen a lo largo de los ladrillos de adobe. Cabe mencionar que los ladrillos de adobe tenían incisiones semicirculares de 10 cm por las cuales se podían colocar las varillas de eucalipto, esto se puede apreciar en la Figura N°7. La principal razón de utilizar estas varillas era tener una conexión eficiente entre los muros de adobe y los paneles de quincha; además, de fijar las vigas que se encontraban en el perímetro de los muros de adobe (Zavala, 2012).

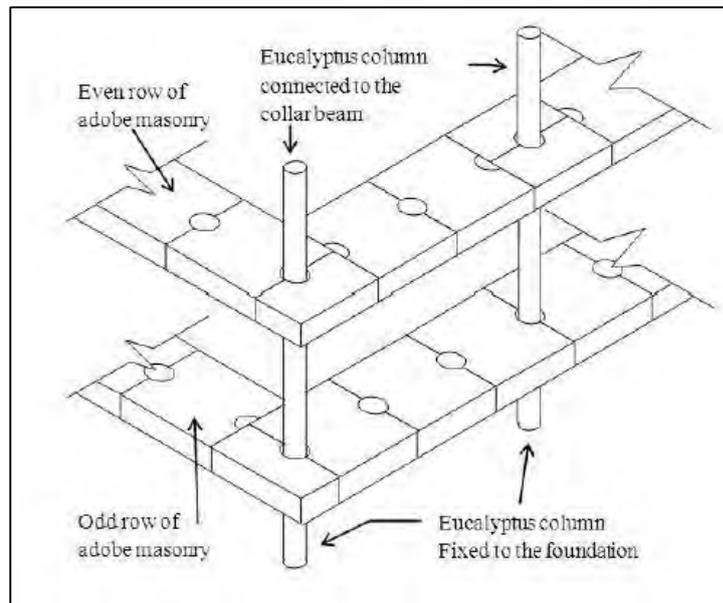


Figura 7. Detalle adobe y cañas de eucalipto

Tomado de "Dynamics characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Peru" por Zavala, 2012

En la Figura N°7 se puede observar la conexión entre las varillas de eucalipto y las vigas perimetrales. También, las varillas contribuyen en tomar el esfuerzo lateral producido por las cargas de sismo; cabe mencionar que las vigas cuello o perimetrales transmiten las cargas de los pisos superiores a los muros de adobe. A continuación, se presenta la Figura N°8 donde se detalla una vista de elevación de la conexión típica entre el primer nivel de adobe y el segundo nivel del panel de quincha (Zavala, 2012).

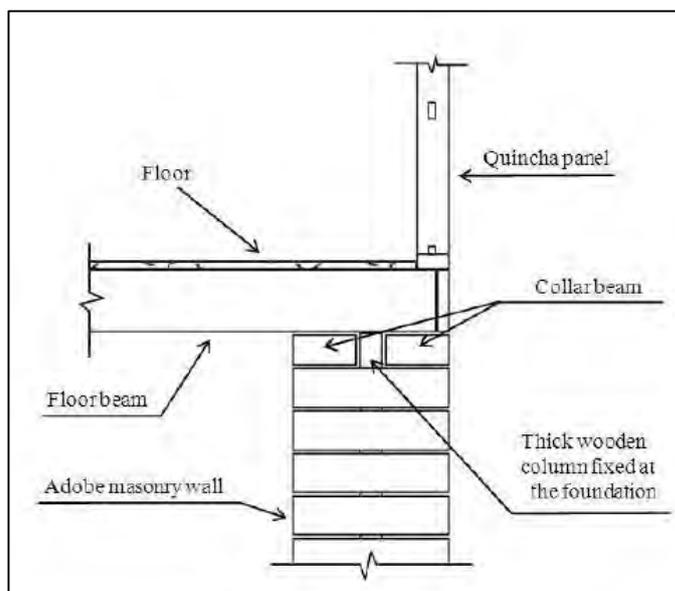


Figura 8. Corte típico de las viviendas del Centro Histórico de Lima

Tomado de "Dynamics characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Peru" por Zavala, 2012

Las principales características estructurales de las viviendas del centro histórico de Lima se determinarán mediante ensayos numéricos, pseudodinámicos. Es importante conocer los desplazamientos que tendrían el sistema adobe-quincha cuando se presenta una fuerza sismo o los esfuerzos máximos que se presentan ante una determinada carga lateral.

Mediante el ensayo pseudo-dinámico, el cual consiste en aplicar fuerzas que representa a la aceleración del suelo al modelo adobe-quincha y; junto a ecuaciones matemáticas determinar las respuestas dinámicas de la estructura como desplazamientos entre piso, esfuerzos cortantes actuantes en la estructura. Para determinar estas respuestas dinámicas, se modeló la estructura como un sistema de dos grados de libertad y se aplicó las siguientes aceleraciones del suelo: 100, 200, 400, 600 cm/s^2 . A partir del ensayo se obtuvo que para una aceleración de sismo de 600cm/s^2 se obtuvo un esfuerzo cortante de 0.3 kg/cm^2 , lo cual según la norma peruana supera al esfuerzo admisible; además, se obtuvo un desplazamiento de 50.56 mm lo cual representa un ángulo de deriva de $1/50$ aproximadamente. Al tener un desplazamiento de 50.56 mm en el segundo nivel, demuestra que el sistema estructural adobe-quincha es muy flexible y que presentaría problemas durante un sismo (Zavala, 2012).

Tabla N°1:

Resultados de los esfuerzos cortantes del ensayo pseudo-dinámico

Aceleración del Suelo (cm/s ²)	Fuerza Cortante (ton)	Esfuerzo Cortante (kg/cm ²)
100	6.13	0.21
200	7.42	0.26
400	8.47	0.29
600	8.75	0.3

Nota. Tomado de “Dynamic characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Perú”, por Zavala,2012

Tabla N°2

Máximos desplazamientos de cada nivel durante el ensayo

Aceleración del Suelo (cm/s ²)	Desplazamiento 1er Nivel (mm)	Desplazamiento 2do Nivel (mm)
100	2.32	9.4
200	3.68	20.12
400	8.7	39.17
600	12.54	50.56

Nota. Tomado de “Dynamic characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Perú”, por Zavala,2012

2.1.3.3 Arquitectura civil-doméstica.

Dentro de todos los tipos de construcciones que se desarrollaron en la ciudad de Lima, la vivienda fue la más extendida y la que más estuvo expuesta a los eventos sísmicos que azotaron a la ciudad, por lo que sufrió diversos cambios y adaptaciones en el tiempo en sus materiales y procedimientos constructivos. Inicialmente, las viviendas ocupaban aproximadamente la cuarta parte de una manzana, pero con el paso del tiempo sufrieron divisiones y sus dimensiones pasaron a ser más rectangulares, con una fachada más estrecha. La altura de las viviendas que se construyeron eran de máximo dos pisos, y en casos excepcionales podían tener tres plantas.

Los materiales usados en estas edificaciones fueron, en una etapa inicial, principalmente adobe y madera, que complementaban con ladrillos y piedras. Los muros de las edificaciones eran de adobe, asentados sobre piedras, y en los primeros niveles tenían un mayor grosor que en las segundas plantas. Los vanos, tanto de ventanas como puertas, se reforzaban con ladrillos y se colocaba un dintel de madera. Para las cubiertas se usaban tablas de madera soportadas en cuarterones de madera y para la división de ambientes se usaban materiales más

ligeros como mangles y esteras. Con el paso del tiempo y de los eventos sísmicos que se dieron en la ciudad de Lima, se vio por conveniente buscar un sistema estructural más resistente, por lo que a partir del siglo XVIII se empezó a emplear la quincha para la construcción en la ciudad (Prolima, 2019).

Podemos identificar en la ciudad tres tipos de viviendas que se diferencian por sus características arquitectónicas y de distribución de sus ambientes, esto estrechamente relacionado al poder adquisitivo de sus ocupantes.

a) *Vivienda urbana o “casa solariega”.*

Actualmente quedan en la ciudad muchos ejemplos de este tipo de vivienda de la época, tal es el caso de la casa de los marqueses de Torre Tagle, la casa de los Cavero y Vásquez de Acuña, la casa de los Ramírez de Arellano o Rivagüero, entre muchas otras. En este tipo de casas destaca el patio central que era a partir de donde se distribuían, en su perímetro, los ambientes de la casa. La entrada desde el exterior a estas casas era por medio de un zaguán, que era una especie de vestíbulo que comunicaba el patio de la casa con la calle (Prolima, 2019).

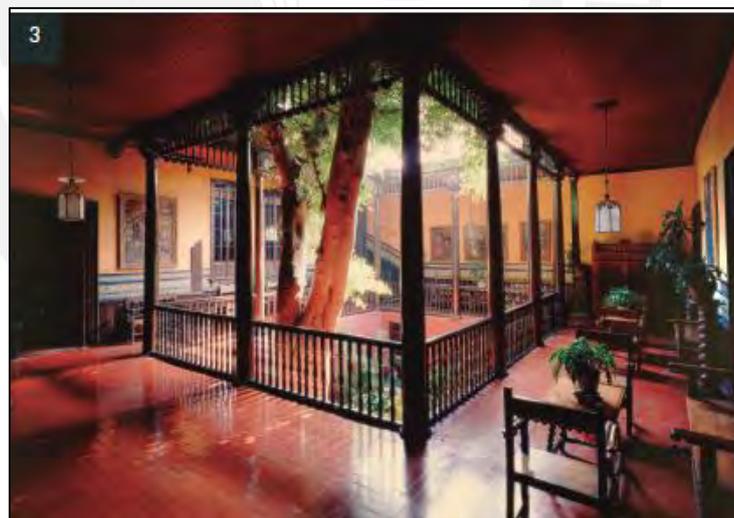


Figura 9. Casa de Jerónimo de Aliaga.

Fuente: Plan Maestro del CHL (2019).

La distribución interior de estas casas constaba de una sala principal, que era el ambiente más importante de la vivienda; la cuadra de estrado, donde las damas recibían a sus visitas; podían contar con uno o varios dormitorios, con sus respectivos retretes y recamaras;

contaban con ambientes complementarios, como el escritorio, el oratorio o en algunos casos la torre-mirador. Las casas más grandes podían tener dos patios, para que en este segundo se ubiquen los ambientes de servicio como la cocina, lavandería, despensa, corral o caballerizas (Prolima, 2019).

Desde el exterior, la entrada estaba enmarcada por la presencia de la portada de ingreso, además que resaltan la presencia de los balcones y ventanas. La portada principal daba una idea del estilo y la clase de la vivienda pues solían ser imponentes. Su diseño dependía del estilo del propietario y en viviendas de dos niveles sobre esta se solía colocar una ventana que, por lo general, correspondía a la sala principal de la casa. Por otro lado, el balcón era otro de los elementos más característicos de la arquitectura limeña y este era hecho a base de madera apoyada en vigas de madera que se proyectaban desde el muro. Estos balcones estaban finamente decorados con paneles tallados y contaban con celosías de madera para ver hacia el exterior ya que el vidrio era un material bastante costoso para la época (Prolima, 2019).



Figura 10. Casa Cavero y Vásquez de Acuña.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

b) Vivienda popular.

Este tipo de viviendas también era conocido como “callejón de cuartos”, debido a que consistían en un tipo de vivienda multifamiliar que comparten un callejón en común y cada unidad habitacional consta de dos ambientes: sala y dormitorio. Cada unidad habitacional

recibía el nombre de “cuartos” y los ambientes en común eran el pasadizo alargado central y el patio, que en muchos casos quedaba reducido al único callejón (Prolima, 2019).

c) Quintas.

Este tipo de vivienda se desarrolló en las áreas periféricas de la ciudad y se caracterizaba por ser compacta y por prescindir del patio central a diferencia de la vivienda urbana. Un ejemplo de este tipo de vivienda es la Quinta de Presa, donde no se presentan la portada, ni los balcones o ventanas, y en su lugar se dispusieron de pilastras distribuidas rítmicamente organizando las ventanas y las puertas siguiendo un patrón más parecido al estilo palaciego europeo que a las casas virreinales de la ciudad. Otros ejemplos que podemos considerar son la Quinta del Prado y la Quinta de Micaela Villegas, de la cual no queda registro (Prolima, 2019).

2.1.4 Arquitectura Republicana de Lima.

Los primeros años de la república estuvieron marcados por el continuismo de las características arquitectónicas que se habían heredado de la época virreinal. La vivienda continuó con la tradición del patio central y perdurando aún los portales y los grandes balcones cerrados, es decir, que la tendencia clasicista del siglo XVIII aún se manifestaba en la ciudad. Con la bonanza económica que trajo la era del guano, años después, se inició en la ciudad la construcción de modernos edificios acordes a las necesidades de una naciente república. La llegada de profesionales que tenían formación en el viejo mundo permitió incorporar las nuevas tendencias, está por ejemplo es la denominada panóptico con la que se construyeron la Penitenciaría, el Hospital Dos de Mayo y el Mercado Central. Esta nueva tendencia se caracterizaba por contar con pabellones organizados radialmente a partir de un espacio central (Prolima, 2019).

Posteriormente se construyeron nuevas edificaciones como el Palacio de la Exposición en el reciente espacio público de la ciudad luego de derrumbarse las murallas de la ciudad: El Parque de la Exposición. En esta construcción se emplearon nuevas técnicas constructivas, como es el uso de perfiles metálicos importados de Europa. Esta misma técnica se utilizó para la construcción de la Casa de la Moneda, donde se usaron columnas y coberturas de metal. En el caso de las viviendas aún no se había perdido la tradición colonial, pero se incorporaron variantes como balcones abiertos de madera donde se había reemplazado la antigua celosía por

vidrio con adornos de motivos clásicos. Ejemplos de viviendas de estas épocas son la casa Concha o la casa Dubois (Prolima, 2019).



Figura 11. Casa Dubois.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

Llegada la época de la guerra del pacífico, la ciudad no avanzó en aspectos arquitectónicos, sino que dejó a la ciudad en una enorme crisis de la que demoró en salir. Pasados los estragos de este suceso, así como de las guerras civiles, la construcción experimentaría cambios considerables al iniciarse la construcción a base de concreto armado y estructuras metálicas. Estos materiales fueron usados principalmente para las grandes construcciones del estado, mientras que muchas de las viviendas mantendrían las antiguas técnicas constructivas a base de adobe, madera y quincha. El estilo arquitectónico que predominó por esos años fue el revival gótico, principalmente manifestado en construcciones religiosas como la Catedral, la iglesia de San Pedro o la iglesia de San Agustín. Adicional a este estilo, también floreció el estilo pintoresquista que se reflejó en construcciones de vivienda como la Quinta Heeren. Otro de los estilos que apareció por esos años fue el modernista, el cual se reflejó en el edificio Barragán, la casa de la fotografía Courrent Hnos. o el palacete de Eulogio Fernandini (Prolima, 2019).



Figura 12. Jardín interior de la Quinta Heeren.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).



Figura 13. Palacio Municipal.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

Años después llegaría a la ciudad el academicismo francés que influyó fuertemente en la construcción de edificios públicos y privados de la ciudad como el caso del Banco de Perú y Londres, el palacio Legislativo y la Caja de Depósitos y Consignaciones. Junto a esta tendencia apareció una importante corriente: el neocolonial, que surgió para reivindicar las tradiciones y estilos de la Lima Virreinal y recuperar sus más resaltantes elementos como portales y balcones cerrados. Para mediados de 1920 se había construido, bajo la influencia de esta corriente, el Palacio Arzobispal de Lima, el nuevo Palacio de Gobierno y la remodelación de la plaza Mayor de Lima, en donde se demolieron de portales virreinales para la construcción de nuevos edificios neocoloniales, como es el Palacio Municipal. Posterior a esta tendencia, surgió el llamado neoinca o neoperuano en el que se buscaba recuperar elementos de la arquitectura prehispánica. Un ejemplo de este tipo de tendencia es la Escuela Nacional de Bellas Artes y el Museo de la Cultura Peruana, en donde se fusionaron tendencias prehispánicas y virreinales como se puede ver en sus portadas principales de origen hispana decorada con detalles prehispánicos (Prolima, 2019).



Figura 14. Escuela Nacional de Bellas Artes.

Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

A mediados de la década del 30, la nueva tendencia que predominó en la ciudad fue la conocida como Art Deco, la cual consiste en el empleo de líneas verticales y formas angulosas. Bajo la influencia de esta tendencia se construyó el primer rascacielos de la ciudad: el edificio Gildemeister. En las siguientes décadas, el centro histórico de la ciudad sufriría cambios en su apariencia por la presencia de nuevos edificios de gran altura como el edificio Atlas, el ministerio de Hacienda, el antiguo ministerio de Educación (hoy sede de la Corte Superior de Justicia) o el nuevo mercado Central. A su vez, las calles de la Lima colonial serían ensanchadas para mejorar el tránsito en la ciudad, como es el caso de la Av. Abancay, Av. Tacna o del Jr. Cuzco (Prolima, 2019).



*Figura 15. Antiguo Ministerio de Educación.
Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).*



*Figura 16. Conjunto habitacional Chabuca Granda.
Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).*

Para los años 50 y 60 la ciudad de Lima creció rápidamente por la periferia, dando lugar de manera desorganizada a la formación de barriadas y asentamientos humanos. En este contexto se desarrollaron proyectos de viviendas masivas como lo fue la formación de unidades vecinales como las de Matute, Angamos, Rímac y Mirones. Para los años siguientes como en la década del 70 la tendencia que imperó fue la denominada como brutalismo por dar como resultado grandes construcciones imponentes hechas a base de concreto caravista combinada con grandes superficies acristaladas. En el centro de la ciudad el proceso de deterioro era notable y que se agudizó con los terremotos de 1966, 1970 y 1974 que dejó en ruina muchas de las edificaciones monumentales de la ciudad y que en el proceso de reconstrucción de la ciudad fueron reemplazadas por edificios modernos. Asimismo, pasados los años 80 se materializan nuevos proyectos en el casco antiguo de la ciudad como la capilla de la Reconciliación, una sede del Banco Mercantil o el conjunto habitacional Chabuca Granda en la Alameda de los Descalzos. Años después con la declaratoria de Patrimonio Cultural (1991) es que se inician trabajos de recuperación de la ciudad, los primeros de estos serían la restauración de la Casona San Marcos y años después la restauración del Teatro Municipal de Lima (Prolima, 2019).

2.2 Marco Conceptual

En la siguiente sección de la investigación se desarrollará un Marco Conceptual para introducir al lector en el uso y significados de diversos términos muy usados en este tipo de investigaciones y que se cree de importancia saber distinguir para una mejor comprensión. En ese sentido se tocarán temas de evaluación, diagnóstico, conservación, reforzamiento, restauración, entre otros.

2.2.1 Evaluación.

Como parte inicial de todo proyecto con fines de conservación, restauración y reforzamiento, es fundamental iniciar con una evaluación integral de todos los aspectos que puedan influir en el comportamiento y estado de las edificaciones. Para esta evaluación, se necesitará de un equipo multidisciplinario que a partir de sus diferentes enfoques al problema puedan aportar para lograr un resultado a la altura de las edificaciones evaluadas.

Este proceso de evaluación necesita ser organizado de manera que los estudios, procesos y propuestas se den de manera sucesiva. Una manera apropiada para iniciar un proceso evaluativo es necesario, en primer lugar, recolectar la información suficiente sobre el caso de estudio. Es de mucha importancia conocer las características arquitectónicas, estructurales, etc. de la edificación. Asimismo, conocer las características de los materiales que la componen y los procesos constructivos que se siguieron para obtener tal resultado. Otra de las partes importantes de la evaluación será determinar las causas que provocaron el deterioro y degradación de la estructura. Entender esto nos permitirá ver las alteraciones que posee y los efectos que tiene en la actualidad. También será importante conocer los fenómenos que se han producido y han afectado a la estructura y a los que estará sujeto, que son variables que muy difícilmente se podrán controlar. Finalmente, ser conscientes del estado actual de la edificación para que de esta manera pueda servir de punto de partida para las siguientes acciones de conservación, restauración y/o reforzamiento que se vaya a aplicar a la estructura (Correia, 2007).

2.2.1.1 Causas de deterioro y degradación.

Las causas de deterioro se pueden deber a diversos factores de distinta índole, por lo cual, a continuación, las clasificaremos para tener una guía de identificación de estas y ayudar al

proceso de evaluación. Seguiremos la clasificación propuesta por Mariana Correia (2007) en “Teoría de la conservación y su aplicación al patrimonio de la tierra”.

a) De origen intrínseco a la estructura.

Cuando hablamos de causas de origen intrínseco nos estamos refiriendo a las propiedades de la propia estructura que ha ganado como parte de los procesos constructivos o de los mismos materiales utilizados. Una de estas causas las podemos obtener al evaluar las características estructurales de la edificación y analizar su estabilidad. Otra importante también será evaluar las características de los materiales utilizados, dosificación y composición de las mezclas realizadas ya que estas cumplirán un rol fundamental en el comportamiento estructural. Finalmente, es importante evaluar los procesos constructivos que se utilizaron ya que en muchas ocasiones malas prácticas constructivas pueden desencadenar en graves problemas de comportamiento de las estructuras.

b) De origen extrínseco a la estructura.

En primer lugar, podemos hablar de los provocados por agentes naturales. Este tipo de afectaciones en la estructura es principalmente causado por la acción de vegetación, hongos, bacterias, insectos, etc. o por efectos de condiciones climáticas como vientos, precipitaciones, humedad, desastres naturales o por procesos de dilatación o contracción de los materiales, etc. En muchos casos son agentes muy difíciles de controlar o imposibles así que la estructura deberá estar adecuadamente preparada para tener un buen comportamiento ante estas solicitudes.

En segundo lugar, los provocados por el accionar humano es otro de los agentes que debemos de analizar ya que puede provocar serias afectaciones en las edificaciones con el paso del tiempo. Muchas veces la falta de un mantenimiento y conservación preventivo puede favorecer el deterioro más rápido de las estructuras. Otra causa, muy común en edificaciones históricas que han ganado gran popularidad, es la gran afluencia de personas para la que la estructura no había sido concebida inicialmente. Asimismo, acciones con fines preventivas o de conservación mal ejecutadas pueden empeorar el comportamiento estructural de la edificación. Adicionalmente, otras de las causas pueden ser los accidentes de toda índole que comprometa a la estructura o actos vandálicos o ataques producto de la acción bélica que se pueda vivir.



Figura 17. Muro de adobe invadido por la vegetación.

Tomado de: Javier Gómez (2014)



Figura 18. Incendio de catedral Notre Dame, Paris.

Tomado de: El País (2019).

Otra de las causales que no debemos ignorar es la incidencia de los animales pues pueden significar parte importante en la evaluación de edificaciones antiguas. Principalmente el efecto causado por insectos como termitas puede debilitar los elementos estructurales por lo cual deberá ser considerado en la evaluación. En menor medida podemos identificar daños producidos por la fricción que algunos animales aplican, por ejemplo, a las paredes o el efecto de debilitamiento que puede provocar la infiltración de orina.

2.2.1.2 Análisis de efectos.

Analizadas las causas y agentes que provocan deterioro en las edificaciones es momento de analizar los efectos que estos pueden producir. Es importante poder identificarlos para que a partir de ello se realice la siguiente etapa, que es la de diagnóstico.

En primer lugar, si analizamos los efectos causados por las causas intrínsecas de la propia estructura podemos identificar la pérdida de estabilidad, un mal comportamiento de los materiales, derrumbes parciales o locales, etc.

Luego de ello, al analizar los efectos de las causas extrínsecas podemos empezar con los agentes naturales. En este caso se puede producir erosión eólica, pluvial, etc en la estructura como las paredes. Este efecto causará que las paredes presenten agujeros que irán creciendo desde afuera hacia adentro reduciendo la sección del elemento y debilitándolo. Otro de los efectos importantes es la humedad y la formación de salitre, estos provocan también un debilitamiento de la estructura y algunos desprendimientos. Finalmente, también podemos tomar atención en los efectos causados por la acción animal, por ejemplo, el caso de las

termitas. Estos insectos empiezan a atacar las paredes, muchas veces, de manera silenciosa y sin evidenciarlo pues su efecto suele ser de adentro hacia afuera. Evidentemente, al atacar los elementos de madera quitan gran parte del aporte que brindan estos (Correia, 2007).



Figura 19. Erosión superficial de los muros de adobe.

Tomado de: Javier Gómez (2014)

También será importante tener en cuenta los efectos que se tenga no sólo en relación a la propia estructura, sino también a las estructuras vecinas, el ciudadano, la vía pública, la misma ciudad, etc. Por eso es necesario que todo este proceso previo de recolección de información e identificación de causas y consecuencias sea realizado por un equipo multidisciplinario que brinde un enfoque desde su propio campo de acción.

2.2.2 Diagnóstico.

Luego de haber identificado y evaluado las características presentes de la estructura y de haber analizado las causas que lo llevaron a tal estado actual es necesario definir el estado de conservación en la que se encuentra y dar un diagnóstico que sirva de pauta para aplicar las medidas correctivas y preventivas futuras que se necesitan realizar.

Según las recomendaciones dadas por la carta de Zimbabwe, es importante que el diagnóstico se base en métodos de investigación histórica de carácter cualitativo y cuantitativo. Es decir, se refiere a la evaluación de los daños que presenta la estructura, así como de la investigación y recolección de la información de las características propias de la estructura, tal como se recomendó en la etapa de evaluación. Esta información de las propiedades se puede obtener por diversas metodologías tales como ensayos destructivos, no destructivos, etc. (International Council on Monuments and Sites 2003:201)

La etapa de diagnóstico deberá terminar con una evaluación en la que se determinará con seguridad la necesidad de aplicar un tratamiento que se basará en las conclusiones obtenidas de la evaluación cualitativa y cuantitativa.

2.2.2.1 Ejes de diagnóstico.

Para un mejor diagnóstico de la problemática que se evalúa es recomendable dividirlo por ejes de diagnóstico, ya que así dividiremos el problema en ciertos puntos cardinales a solucionar. En este caso se va a proponer algunos ejes problemáticos que se han identificado para viviendas de los Centro Históricos y que puede adaptarse muy bien al caso de la ciudad de Lima.

a) Eje problemático institucional.

El deterioro de las edificaciones del centro histórico es en parte responsabilidad de la desidia de las autoridades por emprender acciones para su recuperación o preservación. Es a partir de la declaratoria de Patrimonio Cultural por parte de la Unesco que recién las autoridades entienden la importancia y la necesidad de realizar acciones que mitiguen el efecto del tiempo y demás en las edificaciones patrimoniales y con valor cultural.

Si bien existen, en muchas ciudades, departamentos encargados de preservar y de poner en valor su patrimonio, la gestión de estas acciones no es la adecuada ya que se ha evidenciado un estado de abandono y de inacción por parte de las autoridades. Es necesario la recopilación de información del estado actual de las edificaciones, casco urbano, estado de conservación, materiales utilizados, etc. que sean un punto de partida para la toma de decisiones apropiadas para solucionar los problemas de la ciudad.

La información disponible en las ciudades o es insuficiente o no es nada actualizada a la realidad actual, por lo que hace falta el trabajo de recopilación o actualización de la información de la ciudad. Los Planes Maestro de recuperación son lo más adecuado para iniciar los trabajos ya que brindan un panorama claro de la situación actual de las ciudades, es por esto que deben ser actualizados constantemente para un mejor entendimiento.

Por otro lado, al iniciar trabajos de recuperación o puesta en valor fomentamos la interacción del ciudadano con su patrimonio. De esta manera se fomenta la inversión en los centros históricos y no en otros sectores de la ciudad, tal como se ve actualmente donde la mayor inversión está situada en las periferias o nuevas zonas emergentes de la ciudad.

b) Eje problemático socioeconómico.

El fenómeno social de las ciudades es un factor muy difícil de controlar por la complejidad que este representa. Las ciudades y su estado de conservación es un resultado de este complicado proceso. A continuación, se presenta como los centros históricos son afectados gracias a este fenómeno socioeconómico.

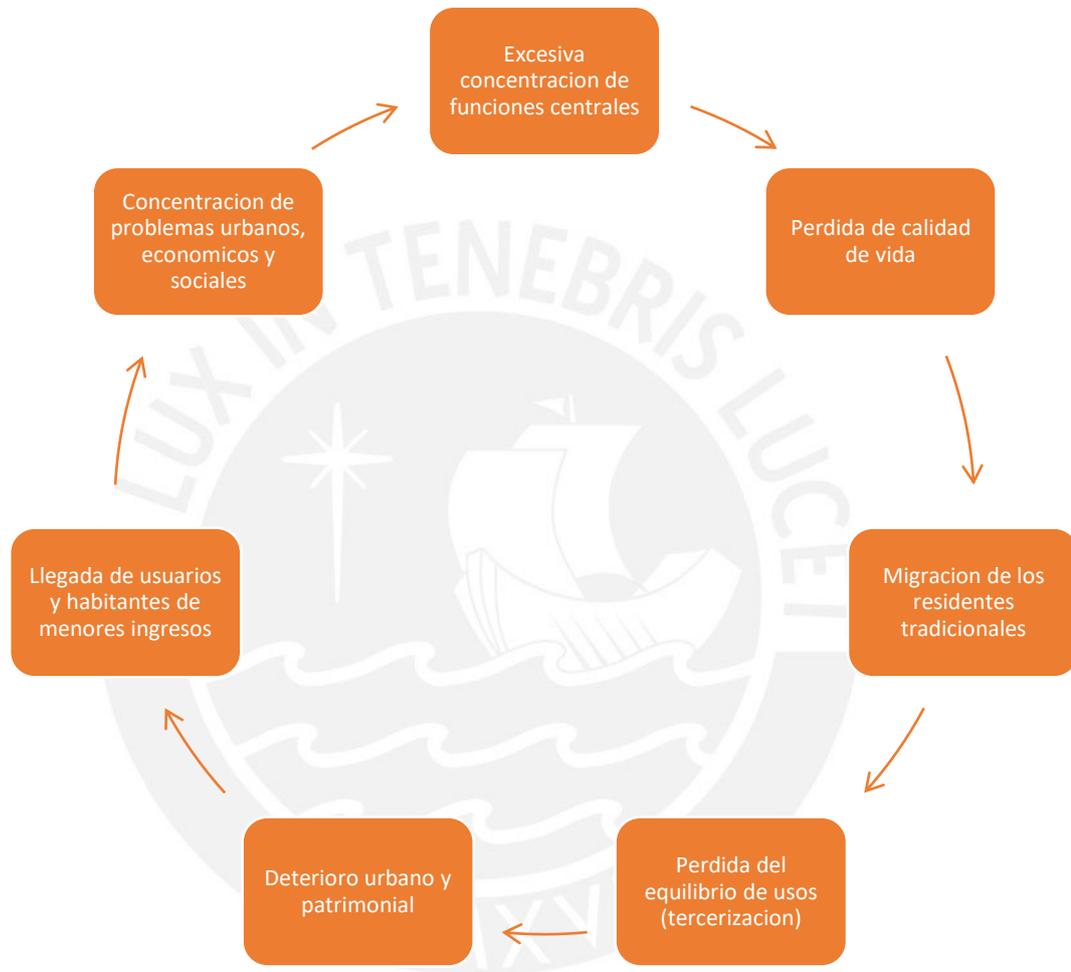


Figura 20. Dinámica de afectación de los centros históricos.

Adaptado de: Ministerio Cultura-Colombia (2011)

Este problema inicia con la concentración de funciones centrales en estos espacios lo que trae consigo una pérdida en la calidad de vida de los vecinos, provocando así una migración masiva de la población tradicional en la búsqueda de lugares más tranquilos para mejorar su calidad de vida. Dado esto ya se ha generado un desequilibrio en los usos de estos espacios (tercerización), con el paso del tiempo se concretará el deterioro urbano y patrimonial apoyado por la desidia de las autoridades en preservar el patrimonio. Este deterioro vendrá acompañado de la llegada de nuevos usuarios y habitantes de menores condiciones económicas a estos

espacios que solo agudizan los problemas de los centros históricos ya que se convertirán en el epicentro de muchos otros problemas sociales.

El estado actual de los centros históricos son el resultado de haberse concretado todos estos procesos por lo que las acciones que se deben de tomar adquieren mucha más complejidad. Este es el caso del alto costo de inversión que implican los trabajos de recuperación y puesta en valor, costo que los propietarios se ven imposibilitados de asumir y que por ello se requiere de la colaboración pública y privada para estas labores.

c) Eje problemático urbano-arquitectónico.

Como se ha visto, el tema urbano se ha visto afectado fuertemente por la tercerización de usos de los inmuebles. En muchos centros históricos se ha visto la disminución del uso habitacional de sus inmuebles por usos comerciales o estatales lo cual implica alto porcentaje de poblaciones pasajeras, generando más concentración de personas en horarios diurnos, generando grandes viajes y con ello otro problema como es el tráfico; mientras que por las noches estas zonas quedan más deshabitadas favoreciendo la proliferación de la delincuencia y demás.

Los centros históricos se han convertido en el lugar que alberga los grandes mercados, entidades públicas, entre otros que ha favorecido los factores de deterioro y de accesibilidad por el gran impacto que estos tienen. Estos fenómenos deben ser parte de la evaluación que se realiza y deben de comprenderse los efectos que tienen sobre las edificaciones patrimoniales para plantear una actuación íntegra.

Se debe entender que las edificaciones evaluadas tienen características que sin duda requieren adaptaciones o intervenciones para lograr condiciones de habitabilidad y atraer a los usuarios. Estas características que poseen hace que no cumplan con los parámetros mínimos de resistencia o ductilidad que las normas establecen en las edificaciones, esto es debido a que fueron construidas mucho antes de la existencia de estas normas. Los trabajos que se realicen no deben buscar el cumplimiento de dichas normas, sino de asegurar condiciones mínimas de habitabilidad para que se genere una competencia con las nuevas ofertas inmobiliarias del mercado como viviendas, oficinas o comercios, o el simple hecho de la puesta en valor de estas edificaciones patrimoniales para fomentar el turismo y generar ingresos para la población y las municipalidades locales.

2.2.3 Reforzamiento Estructural en Monumentos Históricos.

Las edificaciones del Centro histórico de Lima representan una parte muy importante en la historia del Perú y preservarlas resulta un reto para los profesionales. Carlos Zavala menciona existen procedimientos tecnológicos analíticos y experimentales para las edificaciones actuales probadas para su evaluación y posterior reforzamiento. Sin embargo, en el caso de las viviendas históricas, muchos de estos procedimientos se encuentran aún en fase de investigación o empirismo. En gran medida, la naturaleza de patrimonio monumental otorgado a estas edificaciones restringe las intervenciones técnicas con métodos comúnmente utilizados para las edificaciones modernas (Zavala et al., 2003).

2.2.3.1 Peculiaridades de las edificaciones históricas para la evaluación estructural.

a) Falta de Información.

En las edificaciones antiguas como es el caso del Centro Histórico es muy difícil obtener los planos estructurales de las construcciones, o no existen o se perdieron. Para realizar el replanteo geométrico se hace necesario analizar si la edificación necesita una intervención. Además, los deterioros, rajaduras producto de los sismos pueden ser cubiertos por pintura para que así pasen desapercibidos y no se noten. (Zavala et al., 2003)

b) Materiales de Construcción.

Los materiales con los cuales fueron construidas las edificaciones históricas representan de alguna manera la época y el lugar en las cuales estas fueron construidas. Conocer las propiedades de los materiales como: relación esfuerzo-deformación, flujo plástico, esfuerzos admisibles permite al ingeniero elegir la mejor manera de intervenir en esta edificación. (Zavala, 2003)

c) Conexión de Elementos estructurales.

En las edificaciones históricas, es muy común tener varios elementos estructurales de distintos materiales como columnas de acero apoyadas sobre muros de albañilería o adobe, vigas de acero apoyadas en columnas de mampostería, etc. (Zavala et al., 2003)

d) Procedimientos de reforzamiento.

El reforzamiento se aplica cuando es muy necesario ya que la naturaleza de las edificaciones patrimoniales limita las posibilidades y restringe las intervenciones técnicas, especialmente en el caso de los elementos considerados de especial valor cultura (Zavala et al., 2003).

2.2.4 Restauración.

Como se mencionó las viviendas del centro histórico de Lima tienen una gran importancia para la historia del Perú, ya que estas representan la cultura que se tenía en el país el siglo XX.

La carta de Venecia afirma:

“La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos del monumento y se fundamenta en el respeto a la esencia antigua y a los documentos auténticos. Su límite está allí donde comienza la hipótesis: en el plano de las reconstituciones basadas en conjeturas, todo trabajo de complemento reconocido como indispensable por razones estéticas o técnicas aflora de la composición arquitectónica y llevará la marca de nuestro tiempo. La restauración estará siempre precedida y acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento” (1964, Artículo 9).

Además, según Carlos Chanfon “la restauración y la conservación son trabajos que contribuyen a retener la huella del hombre sobre la tierra, preservar su experiencia y su cultura...son instrumentos necesarios para proteger los testimonios objetivos del pasado y alimentar la conciencia de identidad” (Chanfon, 2006)

2.2.4.1 Principios de Restauración.

a) Respeto a la historicidad del inmueble.

Este principio menciona que se deben respetar las distintas etapas constructivas que han tenido los monumentos históricos tanto sus espacios originales como alguna remodelación o ampliación que pudo presentarse luego de haber terminado su construcción. (Terán, 2004)

b) No Falsificación.

Este principio se considera cuando en una restauración de una edificación histórica se necesite completar o mejorar algún elemento que presenta daños. Para realizar este tipo de intervención luego de un previo análisis, se debe utilizar los mismos materiales con los cuales se construyó la edificación. (Teran:2004)

c) Respeto a la patria.

Según Piero Sampaolesi: “La pátina adquirida por un edificio a través del tiempo tiene un valor propio y constituye un elemento esencial de su historia”. (Sampaolesi, 1972). En innumerables ocasiones se ha confundido la pátina con la mugre o suciedad, lo cual está errado ya que esta representa el envejecimiento de los materiales con los cuales se construyó la edificación. (Teran,2004)

d) Conservación in situ.

Este principio menciona que se debe desvincular al edificio de su lugar de origen. Cabe mencionar que la Carta de Venecia indica: “Los elementos de escultura, pintura o decoración que forman parte integrante de un monumento, no podrán ser separados del mismo” (1964) esta cita da a entender que si los elementos del monumento han sido desplazados por un movimiento telúrico estos deben volver a su lugar de origen. (Terán, 2004)

e) Reversibilidad

Según Carlos Chanfón :” Aquellas técnicas, instrumentos y materiales que permitan la fácil anulación de sus efectos, para recuperar el estado del monumento previo a la intervención, si con una nueva aportación de datos, enfoques o criterios, ésta se juzga inútil, un adecuada o nociva al monumento” (1979).

2.3 Materiales utilizados en las edificaciones del Centro Histórico de Lima

2.3.1 Quincha

El uso de Quincha en las construcciones se da desde mucho tiempo antes de la conquista de los españoles. La palabra Quincha proviene del quechua “Quinzha” o “kencha” que significa cerrar o el cierre de maderas (Carbajal, 2005).

En la época pre-hispánica, era muy común el uso de este material para la construcción de viviendas, así como también el adobe y el tapial; sin embargo, con la llegada de los españoles empezaron a construirse edificios importantes en base a piedra y ladrillo. La utilización de estos nuevos materiales de construcción no tuvo buena aceptación luego de que la gran mayoría de estos se cayeran a causa de importantes eventos sísmicos que ocurrieron en esa época. Entonces, fue cuando el uso la Quincha para las construcciones aumentó por su buena capacidad para resistir terremotos y sobre todo por su bajo costo (Carbajal, 2005).

Luego del terremoto de 1746, el Estado peruano determinó que para las futuras construcciones que tengan más de 2 pisos, a partir de segundo nivel se debe emplear el método constructivo de la Quincha. Los españoles implementaron nuevas mejoras en los procesos constructivos de la Quincha como “...*el confinamiento de las paredes con marcos de madera, la rigidización de estos marcos, la selección del cierre de caña y técnicas para cerrar el marco de madera*” (Carbajal, 2005). Después, en el periodo Republicano se cambiaron las secciones de madera que normalmente eran cuadradas a secciones rectangulares, se empezó a colocar arriostres y el acabado exterior mejoró pues se utilizó una combinación de mortero con yeso (Carbajal, 2005).



Figura 21. Fachada de la Casa Aliaga

Tomado de

https://es.wikipedia.org/wiki/Casa_de_Aliaga



Figura 22. Fachada de Palacio de Torre Tagle

Tomado de

https://es.wikipedia.org/wiki/Casa_de_Aliaga

2.3.1.1 Elementos y materiales.

El sistema estructural de la Quincha está compuesto por elementos verticales o columnas, vigas de pared y muros dando así un marco estructural característico para este tipo de construcciones.

a) Columnas

Los elementos verticales están compuestos de Horcones, partes del tronco de los árboles de algarrobo o algunas oportunidades de cerezos. Las secciones de las columnas tienen dimensiones usuales de 6 a 8 pulgadas de diámetro y aproximadamente 2.8 m de altura (Carbajal, 2005).

b) Vigas de Pared

Para el caso de las vigas, se utilizaban las ramas de cerezos o eucalipto. Las secciones transversales de las vigas tienen dimensiones usuales de 4 a 5 pulgadas de diámetro (Carbajal, 2005).

c) Muros

Los muros están constituidos por ramas de algarrobo o cerezo por su buen comportamiento sísmico, las secciones son de 4 a 6 pulgadas de diámetros (Carbajal, 2005).

d) Conexiones

Para las conexiones entre los elementos estructurales se utilizaba sogas, alambre o clavos; esto dependía de la región en donde se estaba realizando la construcción (Carbajal, 2005).

e) El relleno

El relleno estaba conformado por arcilla preparada con pequeñas cantidades de arena o excremento de animales (Carbajal, 2005).

f) Techo

El techo está constituido por vigas de algarrobos con secciones de 4 a 6 pulgadas de diámetro. *Sobre estas se colocan ramas de árboles o cañas de 2.5 pulgadas de diámetro y están cubiertas por una mezcla de arcilla y paja* (Carbajal, 2005).

2.3.1.2 Propiedades Mecánicas de la Quincha.

Según Kuroiwa no existen en el Perú una norma específica que regule el uso y diseño de la Quincha, por ello los métodos para ensayar los paneles prefabricados se guían la norma internacional ASTM E-72 (Kuroiwa 1972). Actualmente no se cuenta con registros de ensayos realizados en paneles tradicionales de Quincha, por ello se utilizará como referencia los ensayos realizados por Kuroiwa sobre paneles prefabricados de 1.20 metro de largo por 2.4 m de alto. Estos paneles cuentan con bastidores de 30 mm x 65 mm (1 ½ "x 3") y de 20 mm x 30 mm (1"x1 ½") de escuadría.

- Resistencia al Corte

La resistencia al corte se determina aplicando una carga horizontal P progresiva en el nivel superior con el apoyo de una gata hidráulica y se toman las medidas de las deformaciones en el extremo superior (Kuroiwa 1972).

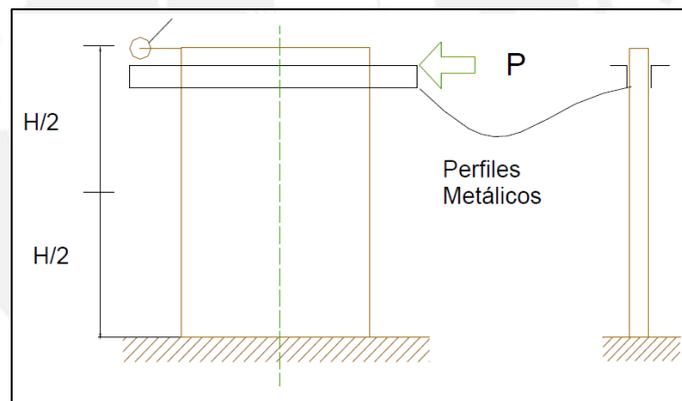


Figura 23. Ensayo de Carga lateral aplicada en extremo.

Tomado de "Quincha como material de construcción", por Julio Kuroiwa ,1972

Cabe mencionar que en la Universidad de Ingeniería se realizó un proceso similar, pero en este caso se utilizaron dos paneles de Quincha revestidos con una membrana de caña entrelazada. A partir de este ensayo se pudo observar que las principales fallas que se mostraban en estos paneles eran las fallas por corte y flexión (Gutierrez,2006).

A continuación, se mostrará la gráfica de fuerza-desplazamiento para el ensayo realizado por la Universidad Nacional de Ingeniería (Pique 1982),

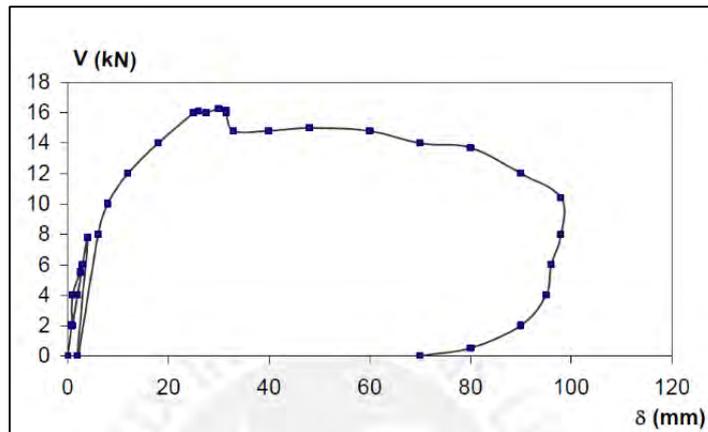


Figura 24. Ensayo de Carga lateral aplicada en extremo

Tomado de "Quincha como material de construcción", por Julio Kuroiwa, 1972

Como se puede observar al inicio la estructura presenta un comportamiento elástico y después uno inelástico dando una carga máxima de 16 kN. Además, se puede evidenciar a partir de la gráfica que la estructura posee una buena capacidad para deformarse lo cual significa que tiene un buen comportamiento dúctil (Gutierrez,2006).

2.3.2 Adobe

La tierra se ha utilizado como material de construcción desde tiempos prehispánicos, tanto en edificios de la edad prehispánica hasta en monumentos históricos que representan la etapa colonial del Perú. Durante el paso del tiempo las técnicas de construcción con la tierra han ido evolucionando y mejorando en gran parte por el conocimiento traído por los españoles durante la conquista. El material de construcción en el cual se emplea la tierra es el adobe o más conocido como mampostería de adobe; este material consiste en una mezcla de tierra, agua y fibras (Gutierrez,2006).

En la antigüedad hasta en la época colonial era muy común usar la misma tierra donde se iba a construir como base para hacer el adobe, lo cual en la gran mayoría de casos reduce las propiedades mecánicas de este material porque no cualquier tipo de tierra se debe emplear para la construcción. A pesar de la mala resistencia del adobe frente a sismos, aún existen un gran número de viviendas coloniales y de la primera etapa republicana que han podido prevalecer a lo largo del tiempo. (Blondet, 2007). El gran uso de este material se debió a la simplicidad para su fabricación, facilidad de conseguir los materiales y a la sencillez para asentar los ladrillos de adobe uno tras otro con mortero a base de tierra o cal para así poder tener los muros de las casas.

2.3.2.1 Elementos y materiales.

El adobe consiste en la unión de materiales como tierra, paja, piedras y; durante la etapa colonial, era común agregar también cemento y cal.

a) Tierra

La tierra o suelo es el principal componente del adobe puesto que este se mezclará con el agua para preparar el barro. La proporción de los componentes de la tierra debe ser la siguiente: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70% (Blondet,2007)

b) Piedra

La piedra es utilizada para los cimientos de los muros de adobe también, es usada de manera decorativa en los enchapes de muros y pisos (Esquivel,2009).

c) Mortero

El mortero es el material de unión de los ladrillos de adobe. Consiste en la unión de barro con algún material de fácil acceso como pajas o arena (Ministerio de Vivienda, 2010). El mortero se usa para realizar el asentado de los ladrillos y así levantar los muros de adobe.

2.3.2.2 Propiedades mecánicas del adobe

Las propiedades mecánicas del adobe van a depender de la zona de donde se extrae la tierra; por ejemplo, no se obtienen los mismos resultados para un muro formado por tierra de Huaraz a uno formado por suelo de Lima. Se recomienda usar tierra que contenga entre 25% a 45% de limos, 15% al 17% de arcilla y el resto arena (Ministerio de Vivienda, 2010).

a) Resistencia a Corte

Para el obtener la resistencia al corte del adobe se aplicará el ensayo de compresión diagonal, el cual consiste en aplicar una carga P sobre una de las diagonales del muro (Mostrar figura adecuada a la tesis)

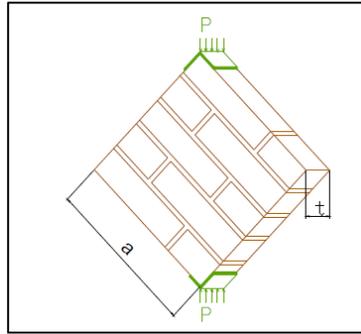


Figura 25. Ensayo de compresión Diagonal

Tomado de “Características sísmicas de las construcciones de tierra en el Perú”, de Gutierrez,2006

El resultado del ensayo fue que existe una relación casi lineal entre los esfuerzos axiales y de corte (Blondet,1978). Cabe mencionar que la resistencia del adobe dependerá en gran medida del lugar de donde se obtiene la tierra; por ejemplo, el estudio realizado por Vargas en el cual compara la resistencia del adobe para distintas ciudades del Perú: Cusco, Huaraz, Pisco, Cajamarca y Lima demuestra que un muro de Huaraz tiene la mayor resistencia a corte mientras que un muro de Lima tiene la menor resistencia (Vargas et al 1984).

b) Resistencia a Flexión

Las fuerzas horizontales que soportan los muros de adobe generan flexión en estos, luego si se sobrepasa la resistencia se empieza a notar grietas o fisuras en las esquinas superiores que se van extendiendo hasta la parte baja del muro (Gutierrez,2006). A partir de los ensayos realizados se ha obtenido que la resistencia a la flexión para los muros de adobe es de 245kPa (Ottazi y Meli 1981).

c) Resistencia a Compresión

Para obtener la resistencia a la compresión se utilizó el ensayo a compresión realizado en México por Policarpio Catalán, el cual consiste aplicar una carga de 10Kn/min con 3 ciclos de precarga y al cuarto ciclo se llevó el espécimen a la falla (Catalán, 2019).

Luego del ensayo se obtuvo un esfuerzo a compresión axial de 1.2Mpa y un módulo de elasticidad igual a 236.2 Mpa (Catalán, 2019).



Figura 26. Ensayo de pila y falla del espécimen

Tomado de "Obtención de las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos de laboratorio" por Catalán, 2019

2.4 Procedimientos constructivos de materiales: Quincha y Adobe

En la etapa republicana fue muy común las viviendas construidas de adobe y quincha, si bien estos materiales demostraron un buen comportamiento ante sismos moderados, actualmente ya no se usan estos materiales.

2.4.1 Procedimiento Constructivo con Quincha.

El Centro Histórico de Lima se caracteriza por representar la etapa colonial que vivió el Perú en los años 1500. Las construcciones de las principales edificaciones del Centro Histórico como la Plaza Mayor, Palacio de Gobierno, Jirón de la Unión y la Plaza San Martín se caracterizaron en tener muros de adobe en el primer piso y muros de quincha en los siguientes niveles. Los muros de adobe demostraron tener buena rigidez lo cual les permitía soportar el peso de los pisos superior sin ningún problema, la altura de estos variaba entre 2.5 a 2.8m mientras que los muros superiores tenían alturas de 2.8 m a 3.2 m (Tejada, 2001). El proceso constructivo de la Quincha se divide en 2 tipos: El método tradicional y el uso de la Quincha prefabricada Modular.

2.4.1.1 Método Tradicional.

El método tradicional consiste primero en la construcción del marco estructural, cierre de paredes y aplicación de relleno.

a) Construcción del Marco Estructural

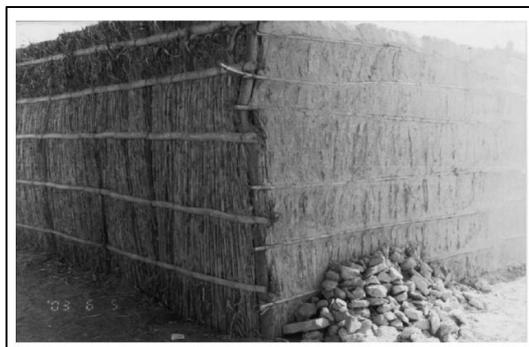
Las columnas están hundidas un aproximado de 60 cm por debajo y las vigas están conectadas o atadas a las columnas a través de alambres o sogas. De esta manera se define el marco estructural (Carbajal, 2005).



*Figura 27. Estructura de Marco formado por Horcones
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005*

b) Cierre de Muros

Se colocaban ramas de cerezo o algarrobo que servían como postes entre las columnas, estas se amarraban a las vigas horizontales y eran clavadas en el suelo. Luego, se colocaban cañas de manera vertical, las cuales estaban amarradas con franjas horizontales a las columnas. Si las cañas eran el material utilizado para el cierre de los muros, estos debían colocarse muy juntos sin posibilidad de huecos, estas cañas iban desde el suelo hasta la parte superior del muro. Además, se utilizaban tiras horizontales de unión que se colocaban en la parte posterior e interior del muro cada 80 cm en dirección vertical; estas tiras horizontales eran el mecanismo por el cual las cañas se mantenían en su posición vertical de manera rígida (Carbajal, 2005).



*Figura 28. Vista Exterior del Muro de Quincha
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005*

c) *Relleno*

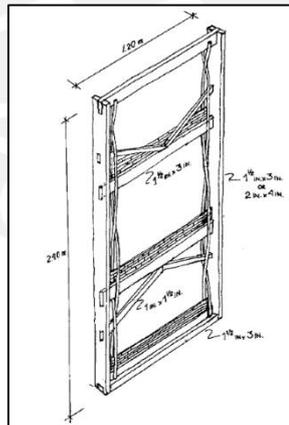
Normalmente se aplicaba por toda la superficie del muro un relleno de arcilla, en algunas oportunidades se aplicaba una capa de yeso encima de este relleno de arcilla para darle un mejor acabado a la construcción.



*Figura 29. Capa de Relleno de Arcilla sobre Muro de Quincha
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005*

2.4.1.2 Quincha Prefabricada Modular.

Los elementos constructivos de la quincha modular son la construcción de la cimentación, incluida una losa de piso de concreto, la colocación de las columnas estructurales (montantes estructurales), la construcción y colocación de paneles de quincha prefabricados, y el acabado de los muros con mortero de barro y aplicación de una fina capa de yeso.



*Figura 30. Estructura de Quincha Prefabricada
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005*

a) *Construcción de Cimientos y Pisos*

La construcción de muros de quincha prefabricada tiene como principal novedad el uso de concreto armado como zapata continua. Esta zapata tiene una altura de 30 cm y 10 cm de ancho.

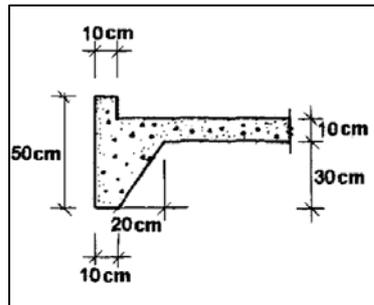


Figura 31. Cimientos de las estructuras prefabricadas
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005

b) *Paneles Prefabricados*

Los paneles prefabricados tienen típicamente una altura de 2.4 m y un ancho de 1.20 m. Estos paneles tienen una especie de taco de 2.54 cm x 7.62 cm x 2.44cm, el tamaño de este depende en su mayoría de veces del tamaño de la columna. De manera horizontal los paneles tienen unas tiras horizontales de 2.54cmx 7.62cm x 1.2 m, estas piezas están fijadas a los tacos en su dimensión vertical (o la más amplia).

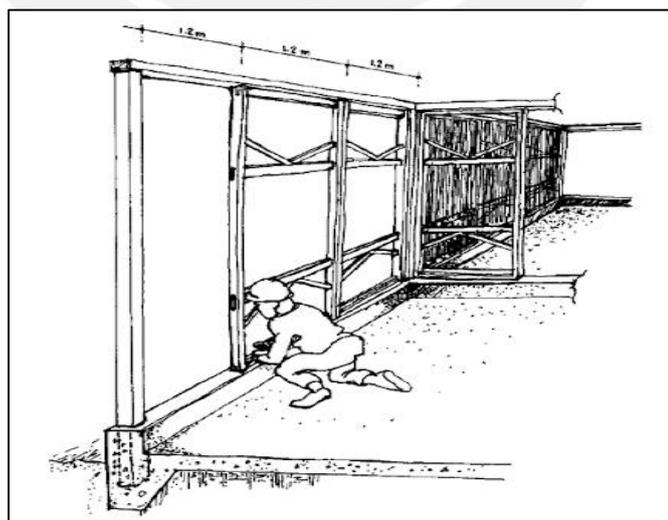


Figura 32. Armado de Paneles Prefabricados de Quincha
Tomado de "Quincha Construction in Perú" por Carbajal ,2005

2.4.2 Procedimiento Constructivo con Adobe.

Desde la época virreinal el uso de adobe, en la construcción de viviendas, se empezó a volverse más común cada vez y esto se debió en gran parte a la facilidad con la cual se podía crear y luego asentar los ladrillos de adobe. A continuación, se detallará primero el proceso de fabricación de los ladrillos de adobe y después constructivo de las viviendas.

- Selección del Material

Para la selección de la tierra se debe tener en cuenta que las siguientes proporciones aproximadas arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%. Cabe mencionar que no se debe usar suelo orgánico (Ministerio de Vivienda, 2010).

- Dimensionamiento del Adobe

Con respecto a las dimensiones del adobe no existe un criterio en el cual se establezcan valores constantes; sin embargo, se recomienda que la altura no sea mayor a 10 cm, la relación entre la longitud y altura debe ser de 4 a 1 (Ministerio de Vivienda, 2010).

- Preparación del Barro

Se debe remojar el suelo y tratar de separar las piedras de 5mm, las cuales se usarán para la cimentación de los muros, y dejar reposar el suelo por 48 horas (Ministerio de Vivienda, 2010).

- Mezclado y Moldeado

Se agregará paja para darle consistencia a la mezcla y así evitar que se pueda rajarse, luego de deberá colocar la mezcla de barro al ras en los moldes establecidos (Ministerio de Vivienda, 2010).

- Secado

Se debe dejar secando el adobe aproximadamente entre 24 y 48 horas, luego de este tiempo se realizará el desmolde y se dejarán reposando los ladrillos en la posición de canto por lo menos 1 mes (Ministerio de Vivienda, 2010).

- Prueba de Calidad

La prueba de calidad consiste en que el adobe debe resistir por lo menos el peso de un hombre, en caso no suceda esto se debe agregar arcilla al barro (Ministerio de Vivienda, 2010).

2.4.3 Sistema Adobe - Quincha

El Centro histórico de Lima es un patrimonio mundial puesto representa la etapa colonial y republicana que vivió el Perú durante los siglos XVI al XIX. Durante este periodo se volvió muy frecuente las construcciones con adobe; sin embargo, para las viviendas del centro histórico tuvieron un tipo especial de sistema de materiales el cual consistía en utilizar la quincha y el adobe. El sistema adobe-quincha se utilizó en especial para la construcción de principales viviendas como la Casa Aliga, casa Osambela, etc. Este sistema consistía en que el primer piso se construía en base al adobe y para los pisos superiores se utilizaba la quincha, para esta última se utilizaba panales de madera con mallas de caña (Zavala, 2012).

Como se mencionó este sistema de construcción se utilizó para la gran mayoría de casas del centro histórico de Lima, en el primer nivel las paredes de adobe tenían un grosor entre 60 cm a 100 cm y la altura de estos muros alcanzaban los 5 metros o más. En los niveles superiores, se utilizó muros en base a la quincha con un grosor entre los 20 cm a 50 cm, los paneles de madera en su mayoría se construyeron in situ y se utilizaron elementos de conexión como “*inserciones de las vigas en las columnas, uniones clavadas y uniones fijadas con lazos hechos de pieles de animales*”. En la Figura 33 se observa como las cañas están fijadas en los paneles de madera mediante cuerdas de “carrizo” o “caña brava”; además, para adherir el sistema quincha-adobe en la zona inferior de las paredes de madera se utilizan bloques de adobe como se muestra en la Figura 34 (Zavala, 2012).

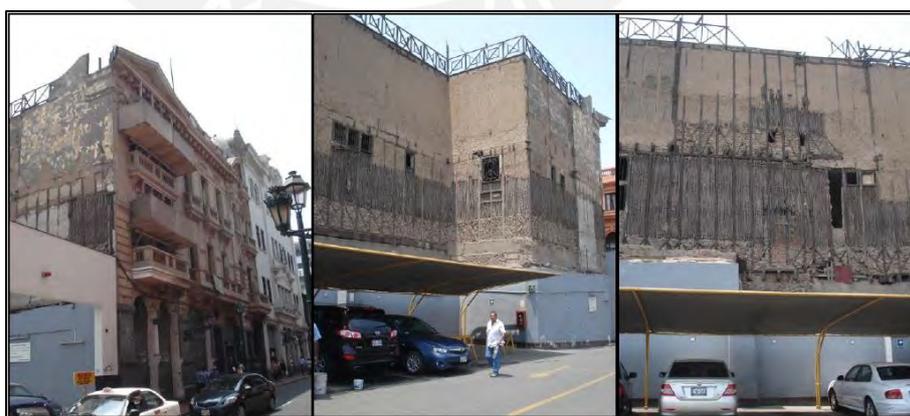


Figura 33. Vista de del sistema Adobe-Quincha

Tomado de “*Dynamics characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Peru*” por Zavala, 2012

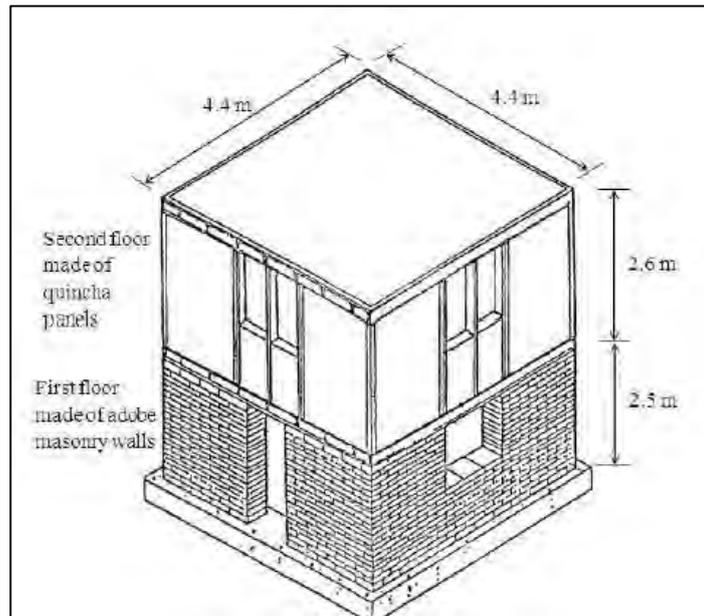


Figura 34. Vista Exterior de prototipo de sistema adobe-quincha.

Tomado de "Dynamics characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Peru" por Zavala, 2012

2.5 Ensayos no destructivos

Durante la época colonial (1492 - 1810) se construyeron estructuras las cuales, en principio, sus usos fueron pensados para expandir el cristianismo a los pobladores usándolas como centros de misas, además para presentar obras artísticas (Briceño et al. 2021). Actualmente las viviendas del Centro Histórico de Lima no se encuentran en un buen estado dado por los diferentes factores como sismos, incendios, o propia deterioración. A continuación, se presentará una introducción acerca de los END.

Los ensayos no destructivos (END) son muy eficaces para las viviendas del Centro Histórico de Lima ya que, estos tienen muy poca intrusión y las viviendas al ser monumentos históricos no pueden ser alterados fácilmente. Estos ensayos son capaces de determinar la geometría o configuración de elementos estructurales como su forma, tamaño, discontinuidades, etc. (Varum et al. 2021). Los END se han empleado desde hace aproximadamente 3 décadas, pero su uso en la ingeniería civil es relativamente nuevo y más nuevo aun en estructuras de adobe (Malhotra & Carino 1991). A continuación, se presentará diversos tipos de ensayos no destructivos y algunos MDT (minor destructive technique), estos han sido empleados en estructuras de albañilería; sin embargo, han sido implementados en estructuras de adobe

satisfactoriamente (Varum et al. 2021). Los distintos tipos de ensayos no destructivos que se mencionaran han sido implementados en 4 diferentes estructuras de adobe del Perú, en la Tabla 3 se mostrará la correspondencia entre los END y los lugares donde fueron aplicados.

Tabla N°3:

Ensayos no destructivos aplicados a distintas edificaciones en el Perú

Lugar de Aplicacion	Ensayos			
	Fotogrametria	Termografia	Pulso Sonico	Flat Jack
Complejo Chokepukio,Cusco Peru	X	X		
Iglesia Santiago Apostolo,Andahuayllas, Peru	X	X	X	
Iglesia Virgen de la Asuncion de Sacsamarca, Ayacucho, Peru				X
Huaca de la Luna, Trujillo, Peru	X		X	

Nota. Adaptado de “Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions “de Varum et al, 2021.

2.5.1 Photogrammetry for Geometrical Survey

La fotogrametría es una técnica que se emplea para obtener modelos tridimensionales a través de la alineación de fotos correlativas (Aguilar et al.2019; Jebara et al.1999; Van Riel 2016). Las fotos pueden ser tomadas por vía aérea o terrestre, con la condición de que estas tengan una diferencia mínima de desplazamiento de la cámara para que se puedan identificar puntos comunes (Arce et al. 2016). El proceso de obtener los modelos tridimensionales consiste en cuatro etapas: (i) Alineación de las imágenes y generación de nube de puntos dispersos, (ii) generación de nube de puntos densos, (iii) generación de mallas, (iv) generación del modelo texturizado (Varum et al. 2021). En la Figura 35 se puede apreciar la como se toman las diferentes imágenes para obtener el modelo geométrico, y la figura 36 es un ejemplo de la toma de imágenes empleando drones.

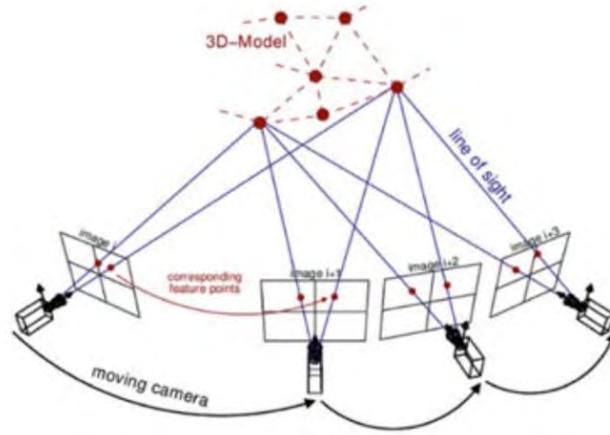


Figura 35. Aplicación de fotogrametría para obtener el modelo geométrico.

Tomado de "Exploring the use of 3D GIS as an analytical tool in archaeological excavation practice" Van Riel, 2016.

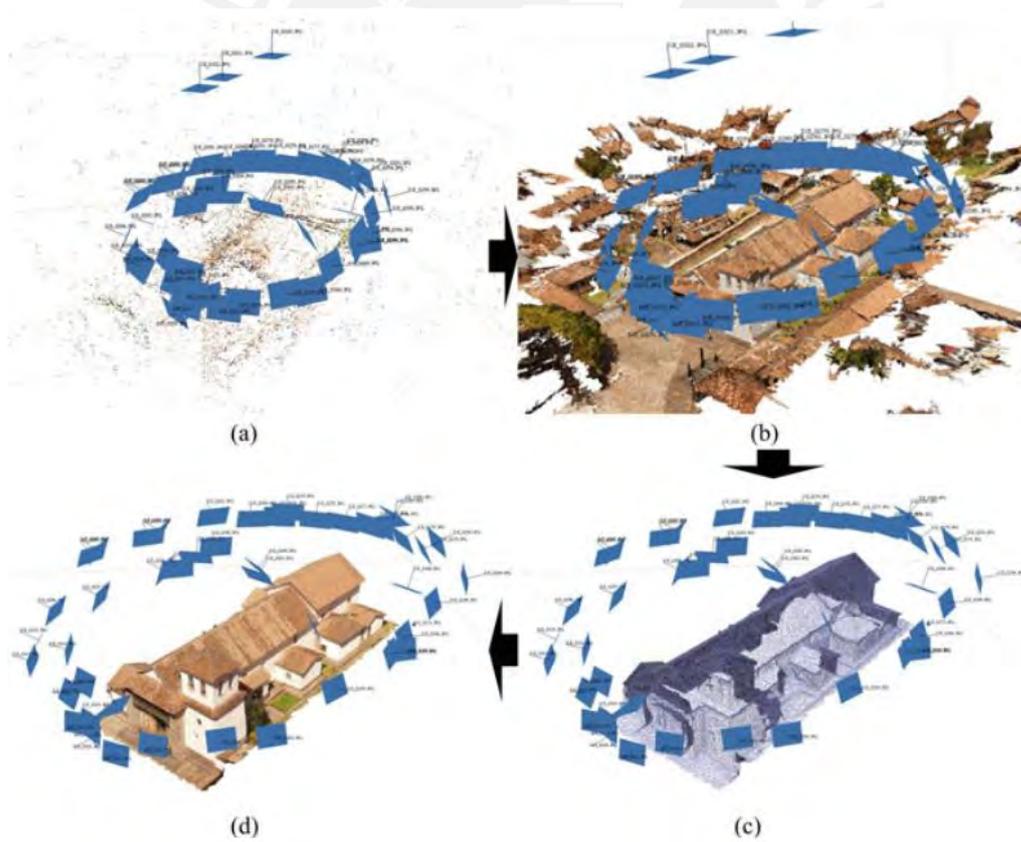


Figura 36. Procedimiento para generar el modelo 3D a través de la fotogrametría

Tomado de “A mixed methodology for detailed 3D modeling of architectural heritage. In: Proceedings of the 10th international conference on structural analysis of historical constructions (SAHC): anamnesis, diagnosis, therapy, controls” Arce et al.2016

2.5.2 Termografía infrarroja

La termografía infrarroja es un tipo de END que consta de realizar mediciones termografías con una cámara especial (termográfica), la cual es capaz de captar la radiación infrarroja emitida por la estructura y proporcionar información sobre su temperatura superficial. Este tipo de END permite la detección de anomalías estructurales, térmicas y desprendimientos en el revestimiento, así como también la configuración de los elementos estructurales (Varum et al. 2021). Existen dos tipos de mediciones para el caso de este END, la termografía pasiva y la activa. La diferencia entre esta dada por la existencia de un estímulo externo, para el caso de la termografía activa el estímulo térmico puede ser dado por una lámpara halógena, radiador o alguna fuente de calor; mientras que para el caso de la termografía pasiva no existe tal estímulo (Varum et al. 2021). Para el caso de la termografía activa, los tipos ensayos más comunes son: (i) Lock-in y (ii) Pulso Termografico (Kyllilli et al. 2014); sin embargo, recientemente se han utilizado los de calentamiento graduado (Kordatos et al. 2013).

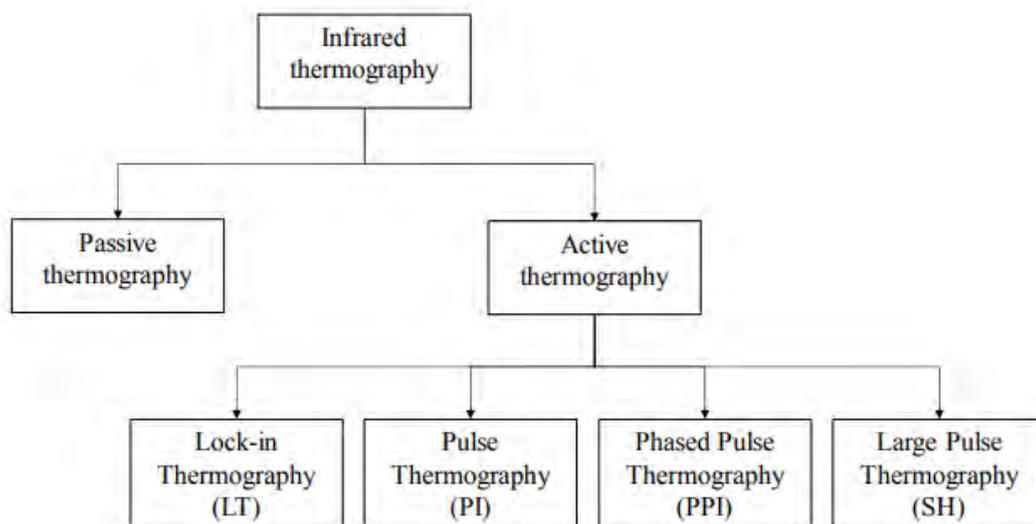


Figura 37. Tipos de Termografía.

Tomado de “Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions “de Varum et al, 2021.

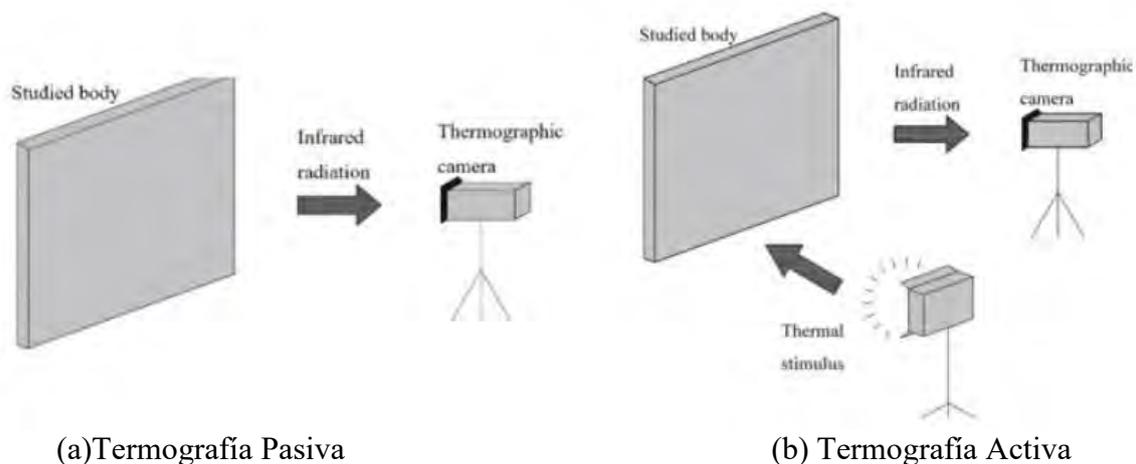


Figura 38. Sistemas Termográficos (Pasivo y Activo)

Tomado de “Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions “de Varum et al, 2021.

2.5.3 Velocidad de pulso sísmico

La velocidad de pulso sísmico es un tipo de END muy empleado que permite obtener la evaluación cualitativa de los materiales empleados en la estructura, así como también poder detectar defectos como grietas, evaluar la homogeneidad del sistema constructivo y determinar la efectividad de procedimientos de rehabilitación para la estructura. Este ensayo se basa en la propagación de ondas a través de un medio sólido, esta propagación se realiza de tres maneras: Ondas P (compression), Ondas S (corte/cizalladura) y Ondas R (Rayleigh). Las ondas P son ondas longitudinales que atraviesan el sólido en la misma dirección de propagación de la onda, las ondas S son ondas de corte y desplazan las partículas perpendicularmente a la dirección de la onda y finalmente, las ondas R se basan en las ondas superficiales de Rayleigh (Sansalone et al. 1987). Para este tipo de ensayo se pueden usar tres tipos de configuraciones: (i) Pruebas directas si el emisor y receptor están en lados opuestos, (ii) Indirecta si ambos están situados en la misma superficie y (iii) Semidirectas cuando el emisor y receptor se encuentran en superficies adyacentes y perpendiculares (Varum et al. 2021).

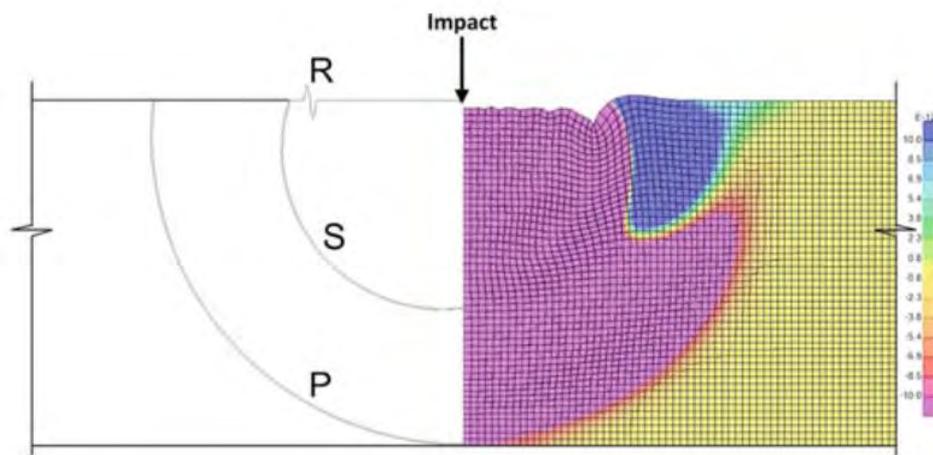


Figura 39. Tipos de ondas en un cuerpo sólido que recibe el impacto de una carga

Tomado de "A finite element study of transient wave propagation in plates" de Sansalone et al, 1987.



Figura 40. Diferentes configuraciones para el ensayo de pulso sónico

Tomado de "Applications of sonic tests to masonry elements. The influence of joints on the velocity of propagation of elastic waves" de Miranda et al, 2013.

2.5.4 Flat Jack Test para la determinación del sistema estructural

El flat Jack Test es considerado una prueba destructiva menor (Minor Destructive Test-MDT), el cual implica una pequeña intrusión en la estructura estudiada. Este ensayo ayuda a determinar de manera cuantitativa las propiedades mecánicas del Sistema estructural, como muros de albañilería o columnas de concreto armado y muros de adobe. Cabe mencionar que este ensayo genera un pequeño daño temporal en la estructura; sin embargo, es muy fácil de reparar (Bosilijkov et al. 2010). El ensayo consiste en colocar el "flat Jack" en una fina ranura

previamente cortada del objeto de estudio. A partir de este ensayo se puede determinar las propiedades de deformación como rigidez, tensión (Gregorczyk & Lourenco, 2000).

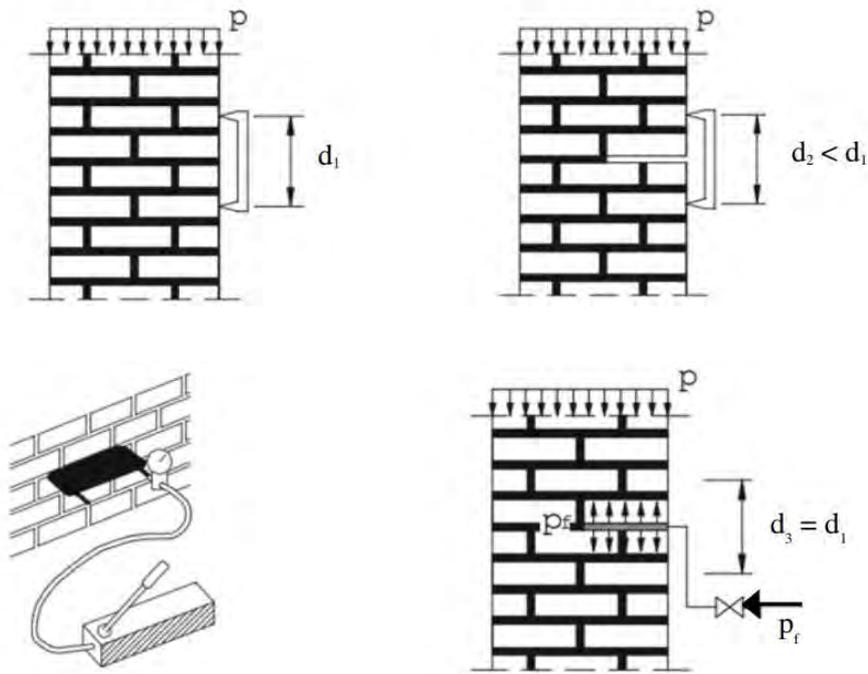


Figura 41. Procedimientos del Ensayo Flat Jack

Tomado de "A review on flat-jack testing" de Gregorczyk & Lourenco (2000).

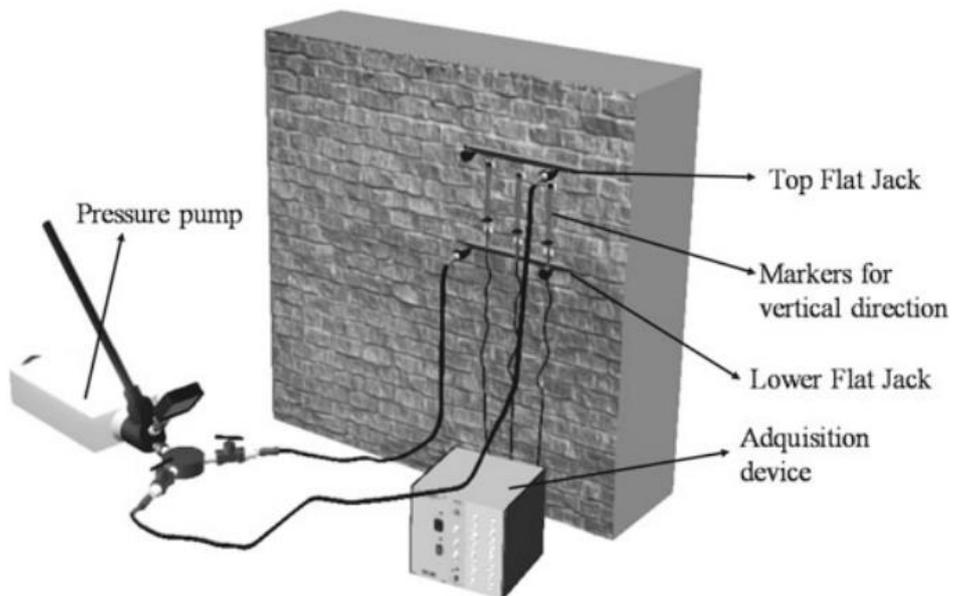


Figura 42. Ensayo doble del "flat jack" para medir la deformación

Tomado de "Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions "de Varum et al,

2021.

CAPÍTULO III: BASES DEL DIAGNÓSTICO Y ANTECEDENTES DEL REFORZAMIENTO

En el siguiente capítulo de la investigación se plantearán las llamadas bases del diagnóstico y se desarrollarán algunos antecedentes de reforzamiento aplicados en casos similares al estudiado y que han sido validados por manuales del Perú y del extranjero. En las bases del diagnóstico se plantean ejes problemáticos a identificar en etapas previas como la evaluación, y a partir de ellos presentar acciones para mitigar sus efectos a partir del reconocimiento del estado de cada uno de ellos.

Además, en este capítulo de la investigación se busca desarrollar diversas técnicas de restauración y reforzamiento que se puedan ajustar a las necesidades de las viviendas del Centro Histórico de Lima y que, por lo tanto, se puedan aplicar en beneficio de estas. Se debe tener en cuenta que para la aplicación de cualquier técnica de intervención en las viviendas del CHL se requerirá de la autorización por parte del Ministerio de Cultura dada la categoría del inmueble a intervenir. La información planteada es resultado de la búsqueda en diversas fuentes y de las experiencias en intervenciones pasadas en ciudades del exterior y con resultados positivos. Finalmente se tocarán dos casos de reforzamiento desarrollados en la iglesia Mark'Jo Cusco y en la Catedral de la ciudad de Arequipa.

3.1 Bases para el diagnóstico

En la etapa de diagnóstico debemos de plasmar los resultados de la evaluación realizada en los diversos campos que se realizaron los estudios de los especialistas, para ello planteamos que el diagnóstico del Centro Histórico se puede realizar en las bases de los siguientes ejes problemáticos:

- Eje problemático institucional
- Eje problemático socioeconómico
- Eje problemático físico-urbano
- Eje problemático de la gestión del riesgo de desastres

Mediante esta división de los distintos problemas presentes en el Centro Histórico de Lima se busca identificar claramente cada una de estas problemáticas a mitigar. Asimismo, con este diagnóstico se podrá conocer finalmente el estado de los distintos ejes y a partir de ello se

podrán plantear medidas correctivas y planes de acción para la recuperación del Centro Histórico.

Debemos aclarar que el Centro Histórico, como un todo, tiene muchos otros ejes problemáticos a tratar, pero en la presente investigación se busca estudiar el caso de las edificaciones de viviendas del periodo virreinal. Sin embargo, es necesario entender estas edificaciones como una parte que ha interactuado con todos los cambios sociales, económicos, ambientales y políticos que ha sufrido la ciudad y que ha dado como resultado el estado actual en el que se encuentra.

3.1.1 Eje Problemático Institucional.

La fragilidad institucional de las diversas entidades estatales que deben velar por la preservación del patrimonio, el ordenamiento urbano y el correcto desarrollo de la ciudad es evidente ya que a lo largo de los años no han podido alcanzar los objetivos esperados y los resultados que se pueden ver en la ciudad no son nada alentadores. En este caso hablaremos del problema del uso del suelo del Centro Histórico, es decir, de los distintos usos que se han dado a los espacios del Centro histórico y cómo esto ha afectado a la conservación de las viviendas antiguas; otro de los problemas son las licencias que se han otorgado para realizar intervenciones en distintas propiedades del Centro Histórico, muchas de ellas sin el control suficiente para asegurar la preservación del patrimonio; y finalmente, el problema de la factibilidad legal para la recuperación de las viviendas virreinales ya que se ha evidenciado que en muchos casos los procesos legales se convierten en una traba para la realización de los proyectos o los vacíos legales que existen en la normativa no permite regularizar los estándares de control para la preservación.

3.1.1.1 Usos del suelo.

Según la información encontrada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima, elaborado por Prolima, se ha encontrado que en el área de estudio se presentan ciertos tipos de zonificación resaltantes. Estas son zonificación comercial metropolitana, comercial zonal, residencial y de recreación pública. Se ha observado que la distribución de estas zonas no es homogénea y se encuentra concentrada en ciertos sectores muy diferenciados. La zona con mayor expansión es la zonificación residencial que ocupa el 60.71%, seguida de la zonificación comercial con el 20.71% de los lotes (Prolima, 2019).

Si bien vemos que la zonificación refleja un mayor uso residencial, en la práctica se ha evidenciado que muchas viviendas han convertido su uso residencial en uno mixto con el comercial o que incluso se hace uso de manera irregular de viviendas como depósitos de estos comercios. No solo es el caso de los depósitos, sino que también se ha evidenciado la presencia de estacionamientos en lotes que no cuentan con tal calificación, es decir, se ha implementado de manera ilegal (Prolima, 2019). Es en estos casos en el que se está evidenciando la falta de capacidad de las autoridades reguladoras para intervenir dichos casos en pro de la conservación del patrimonio, ya que en muchos casos estas adaptaciones de uso traen consigo modificaciones en la configuración de las viviendas o incluso su destrucción para la implementación de grandes espacios como depósitos o estacionamientos.

3.1.1.2 Licencias otorgadas.

Para la intervención en el Centro Histórico es necesario contar con toda la documentación necesaria para realizarlas, es por ello lo importante que es la función de las entidades responsables de otorgar los permisos y licencias correspondientes a dichos trabajos. Según información recolectada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima se ha obtenido que desde el año 1995 al 2017 se han otorgado licencias para intervenir en 160 inmuebles del CHL. Entre estas intervenciones se encuentran obra nueva, puesta en valor, refacción, construcción, ampliación, acondicionamiento, edificación nueva, remodelación y modificación.

Sin embargo, se sabe que no todas las intervenciones realizadas en inmuebles se han realizado con licencias y que estos trabajos de intervención están muy asociados en el acondicionamiento de edificios de vivienda a edificaciones dedicadas al sector comercial. Esto quiere decir que en los últimos años se ha intervenido viviendas en búsqueda de prepararlas para el uso comercial y esto se puede ver al comparar este fenómeno con el uso del metro cuadrado del suelo, ya que, según información recolectada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima el 68% de metros cuadrados está dedicada al comercio, mientras que el uso vivienda-comercial está en 6% de metros cuadrados y el uso de vivienda puramente se encuentra en 7% de metros cuadrados. Como se ve el uso comercial domina claramente en el Centro Histórico y es motivo de preocupación para la preservación de las viviendas de valor patrimonial que aún quedan en la ciudad ya que si no se toma acción regulatoria se seguirán viendo afectadas.

3.1.1.3 Factibilidad legal para la recuperación.

Tal como se tiene claro es necesario la recuperación del patrimonio, especialmente en nuestro caso de estudio: las viviendas, es por ello lo necesario que se hace la preocupación de las entidades por generar todo el fundamento legal para ello. Los Planes de Desarrollo Urbano son base importante para iniciar las labores de recuperación ya que plantean los lineamientos a seguir y objetivos a alcanzar. Sin embargo, los planes que se han elaborado no han podido solucionar el problema y no han contribuido en mucho en estas labores de recuperación y puesta en valor (Prolima, 2019). Si bien existen leyes y ordenanzas que buscan fomentar el cuidado, la preservación y la puesta en valor, estas no han sido lo suficientemente efectivas para lograr dichos objetivos.

Uno de los casos más destacados es el Primer Programa Municipal de Renovación Urbana que se realizó en el Conjunto Habitacional La Muralla. Los inmuebles intervenidos eran habitados por familias de extrema pobreza en un entorno de gran valor turístico, histórico y cultural, y que mediante las leyes y normativas vigentes permitió la reubicación de las familias en viviendas temporales mientras se ejecutaba el proyecto. Además, se trabajó con las familias, capacitándolas en diversos campos técnicos y haciéndolas parte del proyecto. Fue uno de los más exitosos programas de renovación urbana y que se necesitan más en la ciudad para mejorar la calidad de vida de sus pobladores y poner en valor la ciudad (Prolima, 2019). Para esto es necesario la inversión privada en estos tipos de proyectos, es así como se hace vital las facilidades legales para su realización.

3.1.2 Eje Problemático Socioeconómico.

El estado de conservación de las viviendas del Centro Histórico de Lima está íntimamente relacionado con los fenómenos sociales y la misma población residente que las habita. Es en ese sentido importante hacer un diagnóstico tomando en cuenta el problema socioeconómico que se presenta en esta zona de la ciudad. Al evaluar las viviendas en estudio se puede conocer sobre los propietarios de dichos predios y entender el porqué del estado de dichos inmuebles; así también entender las características de sus residentes y usuarios para comprender también el estado de conservación de su residencia; y finalmente, conocer sobre los procesos sociales que ha sufrido esta zona de la ciudad nos permitirá entender las condiciones de habitabilidad y las necesidades que se presentan para ser atendidas.

3.1.2.1 Propietarios.

Muchos de los inmuebles de valor del Centro Histórico están en manos de grandes entidades públicas o privadas que por lo general se preocupan por el cuidado y la preservación de dichas propiedades. Sin embargo, en el caso de las viviendas, estas se encuentran, en la mayoría de los casos, en manos de personal naturales y que según la información recolectada en el Censo del INEI (2007) se ha podido encontrar que el 49.5% de las viviendas son alquiladas y que el 41.42% son propias.

Esta información es reveladora sobre el estado de conservación de la mayoría de los inmuebles de viviendas, ya que existe un gran porcentaje de estas que son usadas por inquilinos que no tienen un interés por preservar una propiedad en la que se encuentra de manera momentánea, sumada a la precariedad económica en la que se encuentran y por la que han accedido a vivir en condiciones mínimas de habitabilidad. Por otro lado, en el caso de las viviendas donde los propietarios son los que las habitan el principal problema para la preservación y puesta en valor es la escasez de recursos económicos en los que se encuentran y no ven una rentabilidad en la revitalización de sus propiedades. En ese sentido, es importante la participación de Entidades públicas y/o privadas que apuesten por la revalorización y restauración de estas viviendas de gran valor cultural.

3.1.2.2 Características de la población.

Para la ejecución de los trabajos de restauración o reforzamiento de las viviendas del Centro Histórico de Lima es importante conocer las características de las personas que las habitan. Estas características son indicadores importantes para las futuras acciones a tomar, tales como las edades de los habitantes, su grado de instrucción, los años que habitan dichos predios, entre otros. Los efectos que tienen en la vida de las personas el nivel de deterioro de sus viviendas es otra de las variables a analizar y en la que se deberá trabajar para la recuperación de dichas viviendas y de sus espacios públicos.

Según información recolectada por el proyecto “Por mi quinta doy la vida” del Ministerio de Cultura a cargo de la antropóloga Ana Cecilia Carrillo en 2017, se supo que el promedio de edad en las viviendas del CHL es de 31 años de edad, mientras que el 11% de la población era mayor a los 60 años. Por otro lado, se vio en dicho proyecto que el 68% de la población se encontraba en edad de trabajar y podían generar sus propios recursos producto de su trabajo, lo cual significa una oportunidad para revalorizar estas áreas ya que son personas

que podrían generar ingresos para mejorar su calidad de vida. Mientras que, por el lado de los mayores de 60 años, es evidente que son personas vulnerables ante la precariedad de sus viviendas, por lo que hace falta trabajar por ellos en la habilitación de espacios urbanos y viviendas para cubrir sus necesidades.

Respecto al grado de instrucción de los habitantes se encontró en la mencionada investigación que el 42% de la población cuenta con educación secundaria completa y el 28% con educación superior técnica o universitaria, lo cual implica que tendrán la oportunidad de acceder a mejores trabajos y una mejor remuneración y con ello tendrían la capacidad de obtener un crédito de una vivienda propia o realizar mejoras en sus viviendas, a diferencia de aquellas personas que no cuentan con tal grado de instrucción. También es importante conocer a qué actividades económicas se dedican estas personas, es así como se encontró que el 19% se dedica al cuidado del hogar y los hijos, mientras que el 12% indicó que se dedica a actividades relacionadas al comercio o a las ventas.

Tabla N°4:

Ocupación de la población mayor a 16 años en el Centro Histórico de Lima

Ocupación de la población mayor de 16 años	Porcentaje (%)
Ama de casa y otra actividad	8%
Ama de casa	19%
Comercio	12%
Oficios	7%
Seguridad	4%
Desempleado	2%
Empleado	16%
Limpieza	2%
Estudiante	7%
Independiente	16%
Jubilado	6%
Artístico	1%

Nota. Adaptado de "Plsn Maestro del Centro Histórico de Lima" de Prolima, 2019.

Otro de los factores a tener en cuenta es el alto índice de permanencia de sus habitantes en estos lugares, favorecido por los vínculos parentescos que se han formado en estas viviendas lo que hace que las personas se dediquen a labores en el CHL o sus alrededores, como lo es el comercio. Este alto nivel de permanencia no se ve menguado por el alto índice de inseguridad que se percibe en estos lugares y por el contrario los habitantes han manifestado su intención de permanecer en dichas viviendas, ya sea por ser propietarios o en el caso de los inquilinos de permanecer mientras así lo dispongan los dueños, según información recolectada en el proyecto que se ha mencionado anteriormente. También se ha reportado que el 21.4% reside hace más de 30 años en dichos predios y son un grupo de personas importantes para la preservación de la tradición cultural que hace diferente a este espacio urbano de cualquier otro.

En este sentido es necesario la actuación rápida y activa de las autoridades municipales para la reactivación de estos espacios para el provecho de sus habitantes, quienes viven en condiciones precarias y que necesitan de la ayuda de las entidades públicas y de las privadas para poder revitalizar sus espacios. Los programas sociales y los créditos serían beneficiosos para estas personas, ya que son personas que cuentan con las habilidades y se encuentran en la edad para acceder a estos beneficios como se ha visto.

3.1.2.3 Tugurización y declaración de inhabitabilidad.

Las condiciones en las que viven el día a día las personas es un factor de gran relevancia pues requiere de acciones urgentes de restauración y reforzamiento. La tugurización es una condición que resulta de una serie de factores que contribuyen a tal estado. Esta se entiende como cuando una o más viviendas no reúnen las condiciones mínimas de habitabilidad o como se define en la Ley N°29415-2009, que menciona que “por tener deficiencias en cuanto al área vital, servicios de agua, desagüe y electricidad, iluminación y ventilación natural, y por estar deterioradas”.

La condición de inhabitabilidad será otorgada a edificaciones con un mal estado de conservación y dependerá de su nivel de deterioro. Esta declaratoria de inhabitabilidad será determinada por la Subgerencia de Renovación Urbana y según se tiene registro ha otorgado esta declaratoria a 1138 predios desde 1967 al 2016 (Prolima, 2019). Los indicadores para su determinación se pueden resumir en el riesgo muy alto de los elementos estructurales y en el riesgo alto de los elementos estructurales, no estructurales y/o funcionales. Asimismo, esta subgerencia en mención realiza labores de oficio para identificar edificaciones en estas condiciones para luego emprender labores de restauración. Por otro lado, la Municipalidad de

Lima mediante la ordenanza N°177-2003 identifico 1325 microzonas en el Centro Histórico de Lima con fines de renovación urbana, en donde se encontraban 108,000 personas en condiciones de hacinamiento y tugurización (Prolima, 2019).

Se conoce también que, del total de viviendas del Cercado de Lima en condiciones de inhabilitación, el 73% corresponden al Centro Histórico de Lima, debido a que en esta zona las viviendas son más antiguas y corresponde a una zona poco atractiva para el sector privado que invierte. Adicionalmente se ha podido identificar esfuerzos por parte de propietarios por quitar esta condición de inhabilitación a sus predios, por lo que buscan levantar esta condición mejorando el estado de conservación y pidiendo el visto bueno de la Municipalidad. Estas intervenciones en su mayoría de veces se han realizado con la intención de cambiar el uso de la vivienda por un uso comercial ya que los propietarios ven más rentable este tipo de uso afectando el objetivo de la ciudad como punto de encuentro social y es desplazado por un uso comercial. A parte de ello, la implementación de locales comerciales trae consigo la necesidad de otros locales para almacenes, espacios para carga y descarga y estacionamientos que no van acorde a los objetivos de protección del Centro Histórico (Prolima, 2019).

Esta condición de inhabilitación también se ha registrado en edificaciones de gran valor patrimonial. Se han registrado 904 edificaciones de gran valor en estas condiciones por lo que han requerido de intervención urgente para su preservación. De los casos más conocidos es el Hospicio Manrique que luego de un incendio en 2007 fue declarado inhabitable y se emprendieron acciones de restauración. Otro caso es el de la Casa Bodega y Cuadra que fue declarada tugurizada e inhabitable en el 2001, y que para el año 2008 fue restaurada como parte de los trabajos del Conjunto Habitacional La Muralla. Finalmente mencionar el caso de la Quinta Heeren que fue declarada inhabitable en el 2016 pero que a la fecha no ha sido parte de un proyecto de restauración (Prolima, 2019).

3.1.3 Eje Problemático Físico-Urbano.

Uno de los ejes más importantes a evaluar y a partir del cual hacer un diagnóstico es el que se ha denominado eje Físico-Urbano, ya que mediante esta evaluación se conocerá el estado de conservación de las viviendas estudiadas y a partir de conocer las propiedades de los materiales de construcción que se emplearon se podrá entender este estado de conservación. Las viviendas en el Centro Histórico de Lima no han sido construidas con un solo tipo de material, sino que a lo largo de los años se han usado distintas técnicas que se deberán estudiar

y se plantearán actuaciones dependiendo de esta condición. Además de estas características, será importante entender que estamos ante viviendas de valor patrimonial por la historia que tienen y por ello han sido declaradas como tal por organizaciones como la Unesco o el propio estado peruano que las protege. De acuerdo a esto se han establecido categorías de inmuebles para diferenciarlas según el nivel de valor patrimonial que tienen y que siguiendo esta jerarquización se deberán plantear actuaciones que aseguren su preservación.

3.1.3.1 Valor Patrimonial.

Como se sabe la ciudad de Lima se encuentra ubicada en un área que ha sido ocupada por muchos años atrás, desde épocas prehispánicas, por antiguas culturas. Siguiendo la configuración inicial de canales y caminos fue que creció la ciudad de Lima virreinal, épocas en la que desaparecieron muchos de los vestigios prehispánicos en la ciudad. De lo que más se conserva en la ciudad son restos de la época colonial de la ciudad, como lo son restos de la antigua muralla de la ciudad, edificios administrativos y las edificaciones de uso residencial.

La Unesco declaró al área comprendida en el Centro Histórico de Lima y desde entonces se ha convertido en un espacio que debe ser cuidado y preservado por las autoridades y ciudadanos. Es bajo este marco que las viviendas que se encuentran bajo esta denominación requieren una intervención urgente para su recuperación y puesta en valor cultural para la ciudad y sus ciudadanos. Asimismo, las intervenciones que se realicen deben de cumplir con todos los estándares internacionales establecidos, es entonces que se acentúa más la complejidad de estos trabajos pero que son muy necesarios.

3.1.3.2 Categorías de inmuebles.

Como se ha mencionado, los inmuebles del Centro Histórico de Lima se han clasificado en 3 grandes categorías: monumento, inmueble de valor monumental e inmueble de entorno. Esta clasificación ha sido determinada por el Reglamento Nacional de edificaciones en el artículo 4 de la norma A.140 y esta dice que “La noción de monumento abarca la creación arquitectónica aislada, así como el sitio urbano o rural que expresa el testimonio de una civilización determinada, de una evolución significativa, o de un acontecimiento histórico. Tal noción comprende no solamente las grandes creaciones sino también las obras modestas, que, con el tiempo, han adquirido un significado cultural” (RNE Norma A.140, 2006). Mientras que para las edificaciones de valor monumental señala que, “son aquellos inmuebles que sin haber sido declarados monumentos revisten valor arquitectónico o histórico declarados expresamente

por el Instituto Nacional de Cultura” (RNE Norma A.140, 2006). Para los inmuebles de valor de entorno señala que “son aquellos inmuebles que carecen de valor monumental u obra nueva” (RNE Norma A.140, 2006), y los agrupa en cinco grandes categorías, siendo estas según sus características arquitectónicas como la arquitectura religiosa, arquitectura militar, arquitectura civil pública, arquitectura civil doméstica (cuyo caso se estudia en la presente investigación) y arquitectura industrial.

Según información recolectada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima del 2019 se identificaron 649 inmuebles declarados monumentos, 1278 inmuebles declarados de valor monumental y 6641 inmuebles de valor de entorno. También se señala la necesidad de una recategorización de estos inmuebles ya que se ha visto que existen gran cantidad de inmuebles de entorno que presentan características suficientes para ser considerados de valor monumental o monumentos, y de ser así estas edificaciones se encuentran en un estado mucho más vulnerable.

3.1.3.3 Estado de Conservación y estado actual de la vivienda.

La información del estado de conservación ha sido recolectada por el Instituto Nacional de Defensa Civil en el año 2013, en donde se indica que en el Centro Histórico la mayoría de los inmuebles tiene un estado de conservación regular alcanzando el 45%, los inmuebles en estado de conservación bueno o muy bueno alcanzan el 27% y los inmuebles en estado de conservación malo o muy malo un 21% (ver Anexo 1). Como se ve la mayoría de las edificaciones en estado de conservación malo o muy malo se encuentran en la zona del Rímac, cuyo 50% de inmuebles se encuentran en ese estado, seguido de las zonas de Barrios Altos, Mesa Redonda y Monserrat (Ver Anexo 2). En el caso de las edificaciones dedicadas a viviendas, presentan un estado de conservación regular en un 50% y un estado malo en un 22%, concentrándose en las zonas de Barrios Altos, Monserrate y el Rímac (Prolima, 2019).

Estado de Conservación (%)

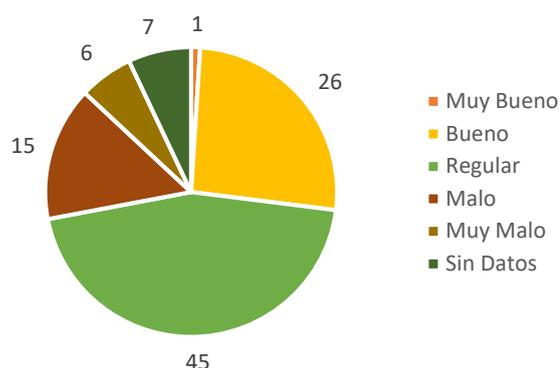


Figura 43. Estado de conservación de inmuebles del CHL.

Adaptado de Prolima (2019)

La situación habitacional en el Centro Histórico de Lima se ha ido agravando con el paso de los años, lo que ha provocado migraciones de sus pobladores hacia otros distritos y el cambio de usos de predios residenciales a comerciales atrayendo aún más la implementación de inmuebles complementarios a las actividades comerciales como depósitos, estacionamientos, entre otros. Esto ha hecho que la distribución de las viviendas en el Centro Histórico no sea homogénea y ha creado zonas comerciales y residenciales en él, es así como identificamos zonas como Barrios Altos, Monserrate y el Rímac como los lugares donde más se encuentran las viviendas.

Además de esto, en el Centro Histórico no se tiene en claro los propietarios pues hay viviendas que son ocupadas por muchos años por personas que no pueden acreditar ser sus propietarios y que en muchos casos han entrado en controversias con el estado para reclamar su derecho a ser reconocidos como propietarios. Estos problemas de carácter no ayudan a la revitalización de estos sectores pues en muchos casos no hay un cobro de tributos para la realización de trabajos o al no tener en claro quién es el propietario, el residente ni el estado realiza labores de mantenimiento agravando aún más el estado de conservación de estas viviendas.

3.1.3.4 Materiales de construcción.

Es importante conocer los materiales usados en las edificaciones del Centro Histórico para que a partir de ello se realice una evaluación apropiada y posteriormente se den planes de intervención. El Instituto Catastral de Lima ha clasificado a las edificaciones según cinco tipos principales materiales de construcción, estos son: tradicional, que consiste en materiales como el adobe, madera y quincha; ladrillo, que se tratan de edificaciones con sistemas mixtos de ladrillos o albañilería y concreto; concreto, que se refiere a los sistemas apertados o de muros de concreto armado; madera, son cuyas estructuras portantes son a base de madera; y otros sistemas constructivos como los de estructuras metálicas.

Según información recolectada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima se han identificado que la mayoría de los inmuebles está construido a base de la categoría denominada como ladrillo alcanzando el 31.6%, el siguiente material predominante en el tradicional con un 30.1% y es el que ha sido utilizado para las viviendas estudiadas, seguidamente están los sistemas de concreto armado con 10.2% y los de madera que apenas alcanza el 1% (Ver Anexo 3). Las edificaciones de sistemas tradicionales se encuentran mayoritariamente en zonas como Barrios Altos y el centro histórico del Rímac (Prolima, 2019).

3.1.4 Eje Problemático de la Gestión del Riesgo de Desastres.

Otro de los grandes ejes problemáticos a tocar es la gestión del riesgo de desastres en el Centro Histórico. Las edificaciones en esta área presentan múltiples características propicias para el desastre y su deterioro, las cuales han sido evaluadas anteriormente y que ahora presentaremos de manera resumida. Una evaluación del riesgo nos permitirá conocer los peligros a los que están expuestas las edificaciones, asimismo será importante reconocer su vulnerabilidad en los diversos aspectos que también se han tratado, como lo son el ámbito social, ambiental, económico, legal, físico, entre otras. Como se sabe, a lo largo de los años, la ciudad ha sido testigo de múltiples eventos naturales o producidos por el hombre que han colaborado a la destrucción parcial o total del patrimonio en el Centro Histórico, por lo que hacer un diagnóstico de todos estos hechos y de identificar sus causas nos permitirá configurar un plan de contingencia y evitar mayor deterioro en los próximos años.

3.1.4.1 Características del Centro Histórico para el riesgo.

El Centro Histórico de Lima es lugar de muchos edificios de gran valor patrimonial para la nación y es sede de muchos edificios administrativos, por lo que la preservación de dichos edificios es importante. Sin embargo, la ciudad se encuentra constantemente por diversas variables de origen naturales o causadas por la acción humana, sumado a esto las propias características de fragilidad de las estructuras, la escasa organización comunitaria, la tugurización y el hacinamiento que se hace presente en muchos lugares del CHL incrementan el riesgo al que están expuestos.

a) Características naturales.

La mayor causa de deterioro de las edificaciones de vivienda del centro histórico a lo largo de los años han sido los sismos. Los registros de eventos sísmicos más antiguos datan de la época virreinal y suman un gran número hasta la fecha, cada una de diferentes intensidades y de grados de destrucción totales como parciales. Por ello es una variable que siempre estará latente en la ciudad, más aún ahora que se vive un gran silencio sísmico.

Otra de las causas de origen natural son las precipitaciones, las cuales no son de gran intensidad por lo general, pero se tiene registro de eventos de este tipo fuera de lo normal y que a su ocurrencia causaron daños en las edificaciones que no están nada preparadas ante estos eventos. Pueden causar el desplome de techos, el deterioro de acabados, daño a colecciones, bibliotecas o archivos que sean albergados por las edificaciones que las contienen. Por otro lado, están el caso de las inundaciones que también no tienen una gran frecuencia de ocurrencia, pero que a su paso puede causar mucha destrucción. El último registro notable de inundaciones fue la causada por el desbordamiento del río Rímac en el 2017 a causa de las intensas precipitaciones por el fenómeno del Niño Costero. Esta inundación causa destrozos por lo general en la margen derecha del Río Rímac en muchas casas principalmente. Si llegara a dañar inmuebles de valor patrimonial no solo dañaría la estructura, sino que dejaría muchos de los archivos o colecciones en el lodo y su recuperación sería muy complicada.

b) Características poblacionales.

Al analizar las características demográficas del Centro Histórico se puede notar que la ciudad ha sufrido una disminución en su población en los últimos años, promovidos por la oportunidad de vivienda en zonas de la ciudad que presentan mejores condiciones de habitabilidad dado que el centro de la ciudad se ha tornado más de carácter comercial.

Asimismo, se ha podido identificar que mucha de la población presente en la ciudad es “flotante”, es decir, que se encuentran en esta área para cumplir con sus funciones laborales, comerciales o solo lo usan como lugar de paso para llegar a otro sector de la ciudad. Esto debido a la gran concentración tanto de comercios, como de centros de labores administrativos o gubernamentales. Asimismo, se ha identificado en zonas de mayor uso residencial como Barrios Altos, Monserrate y el Rímac la presencia de grandes grupos poblacionales de adultos mayores y niños que son grupos vulnerables. Estas personas, sumadas a las que cuentan con algún tipo de discapacidad, necesitan de las condiciones suficientes de habitabilidad y seguridad para que ante cualquier desastre no sean las más perjudicadas (Prolima, 2019).

c) Características propias de los inmuebles.

Como se ha visto anteriormente el estado de conservación de los inmuebles del Centro Histórico de Lima no es el mejor, siendo el predominante el estado regular con un 47% y los que se encuentra mal o muy mal son el 21% de los predios. Asimismo, se ha identificado que las edificaciones en estado más crítico se encuentran en las zonas del Rímac, Barrios Altos, Mesa Redonda y Monserrate. Este mal estado de conservación se debe a la falta de mantenimiento a lo largo de todos los años de vida útil, y esto debido a los pocos recursos económicos con los que cuentan sus propietarios o a las dificultades legales para hacer intervenciones ya que se requiere autorización del Ministerio de Cultura para actuar en edificaciones que son protegidas por dicha entidad y que muchas veces este proceso puede retrasar y hacerse tedioso a pesar de las buenas intenciones que puedan tener los propietarios para intervenir (Prolima, 2019). Los sistemas constructivos identificados también son muy diversos en el Centro Histórico, pero en el caso de las viviendas estudiadas se componen de materiales tradicionales como el adobe, la madera y la quincha. Concentrándose en las zonas de uso más habitacional como Barrios Altos, Monserrate y el Rímac. Asimismo, en el Plan Maestro de Lima se ha identificado los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones, encontrándose que la zona de Barrios altos tiene un grado alto de vulnerabilidad con el 55% de sus viviendas en esta condición, seguida de la zona del Rímac donde sus viviendas alcanzan el 53% de viviendas vulnerables y el caso de la zona de Monserrate alcanza un 47% de viviendas en este estado de vulnerabilidad.

d) *Características de los usos actuales.*

Según información levantada por Prolima en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima se ha visto que los usos de los espacios del Centro Histórico son muy diversos. Viéndose así que el 60.7% de los lotes es de uso residencial, el 20.7% es de uso comercial y el 8.5% es de uso residencial/comercial principalmente pues luego vienen otros usos en pequeñas proporciones como el uso educacional, recreativo, salud, entre otros (Ver Anexo 4).

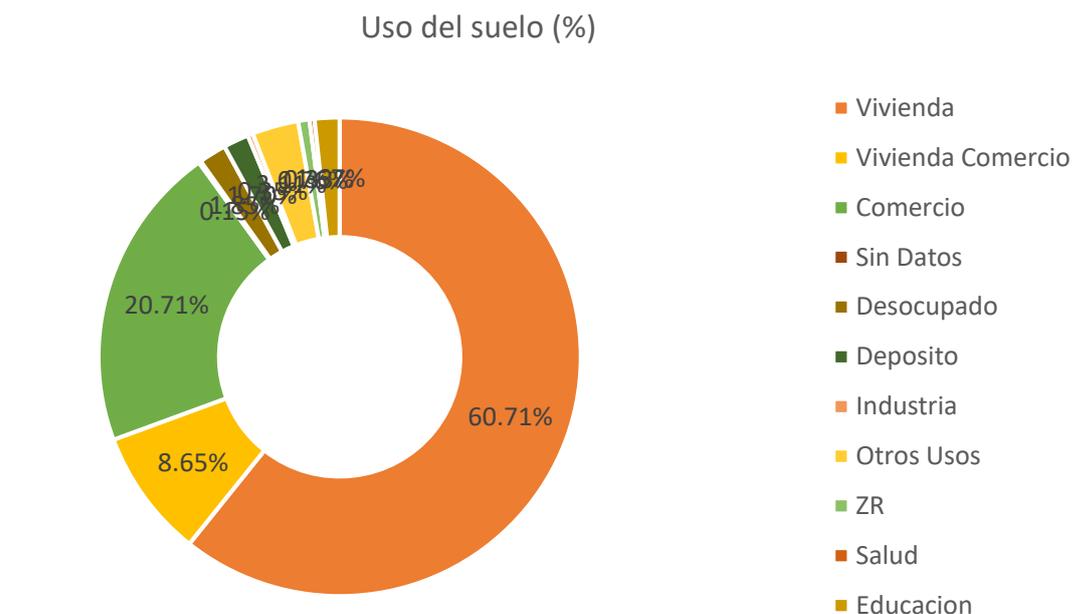


Figura 44. Usos del suelo en el CHL.

Adaptado de Prolima (2019)

Un uso crítico por analizar es el de uso comercial, cuya mayor presencia se ubica en la zona de Mesa Redonda y que representa un gran potencial de riesgo por la gran cantidad de personas que puede congregar, especialmente en ciertas fechas del año por la gran actividad comercial. Esto evidentemente afecta a las viviendas que se encuentran en la zona de influencia de esta zona comercial pues genera su deterioro y su desvalorización. Además, ha sido escenario de múltiples escenarios de desastres, el más recordado es el incendio registrado en esta zona y que no solo daño edificaciones de valor, sino que también cobró muchas vidas y enormes pérdidas económicas. Por ello la Municipalidad de Lima emprende anualmente, en épocas navideñas que son las de mayor congestión peatonal y de afluencia de público, planes de contingencia para evitar que se repita esta desgracia.

Asimismo, esta actividad comercial que crece con los años en el Centro Histórico desvirtúa por completo el sentido patrimonial que tiene esta zona y por la que fue declarada como tal por la Unesco. La creciente actividad comercial perjudica estas zonas protegidas y las convierte en potenciales zonas de desastres, pues no solo es la actividad propiamente dicha, sino que trae consigo la implementación de depósitos o estacionamientos instalados de manera precaria e ilegal, que muchas veces destruyen el patrimonio y deforman la concepción de zona patrimonial protegida.

3.1.4.2 Evaluación de la vulnerabilidad.

Según la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se define el análisis de vulnerabilidad como “el proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y sus medios de vida”. Asimismo, se entiende por vulnerabilidad que es “la susceptibilidad de la población, la estructura física y las actividades socioeconómicas de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza” (Prolima, 2019).

Según el Plan Maestro del CHL del 2019 y las múltiples ocurrencias a lo largo de los años se han identificado los principales eventos a los que la ciudad de Lima es vulnerable, estos son: Movimientos sísmicos, fuertes lluvias e inundaciones, incendios y manifestaciones políticas que causan destrucción en el patrimonio. Se tiene evidencia de los daños que han causado todos estos casos y dada esa experiencia es importante que las autoridades asuman la responsabilidad de creación de planes de prevención o de contingencia antes los eventos de índole natural, ya que parte importante de la preservación del patrimonio es la prevención.

Dentro de la evaluación de la vulnerabilidad será importante estudiar la vulnerabilidad social a la que se debe combatir. Como sabemos la mayor parte de predios en el Centro Histórico son viviendas y de estas un 16% alcanzan la condición de inhabitables lo cual causa mucha preocupación por las personas que necesitan de una vivienda en condiciones aptas para la vida. Estas personas incrementan su nivel de vulnerabilidad por las condiciones en las que habitan y por lo poco preparado que está ante una contingencia, y más aún si se recuerda que es habitada por un buen número de personas adultas mayores y niños. Por si fuera poco, el nivel de instrucción que tienen parte importante de estas personas incrementa su vulnerabilidad por el grado de entendimiento de la población con la información relacionada a la prevención y la manera de actuar ante desastres. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que muchas de estas viviendas son habitadas por inquilinos y por lo tanto el cuidado que le dan no es el mejor,

y coincidentemente, esto guarda relación con las viviendas tugurizadas que se pueden ver en zonas como Barrios Altos, Monserrate o el Rímac (Prolima, 2019).

Otro de los indicadores de vulnerabilidad que se ha encontrado es el económico, ya que se ha comprobado que el grado de deterioro de las viviendas está íntimamente relacionado con el grado socioeconómico de sus habitantes, así como del hacinamiento, pobreza, tugurización y la precariedad de dichas viviendas. Según los censos poblacionales realizados se ha podido evidenciar que los ingresos económicos de sus habitantes son bastante reducidos y tiene relación con el nivel de mantenimiento y conservación que les dan a sus viviendas. Asimismo, se ha encontrado que la principal actividad económica de estas personas es el comercio en zonas aledañas del Centro Histórico, sin embargo, esto aumenta su vulnerabilidad ya que son actividades con un alto riesgo de desastres por las condiciones en las que se dan y son pueden ser propensos a grandes pérdidas económicas ante la ocurrencia de algún desastre.

Por otro lado, se hace presente también la vulnerabilidad técnico-legal en las viviendas estudiadas, ya que, si bien existe normativa para la protección de bienes patrimoniales aún falta la regularización de normativa aplicada a la gestión de riesgo en inmuebles patrimoniales ya que actualmente se tratan de manera similar a cualquier otro tipo de inmueble. No existen procedimientos claros y rápidos para la actuación en el caso de los inmuebles patrimoniales, como el apuntalamiento o el desmontaje para la estabilización en inmuebles en riesgo inminente, sino que se debe seguir el procedimiento regular para todo inmueble, lo que genera retrasos y expone aún más a la estructura. Además de esto, es importante que exista responsabilidad en la emisión de licencias de funcionamiento y de los certificados de seguridad a las edificaciones del CHL, ya que se ha identificado que se otorga, pero en la práctica no aparecen cumplir con los estándares establecidos. Asimismo, es necesario que las autoridades fomenten que los usos de los espacios y lotes del CHL sean compatibles con la conservación de patrimonio evitando que se desgasten o la destrucción de estos (Prolima, 2019).

Parte importante del análisis de vulnerabilidad es analizar la vulnerabilidad física de las viviendas propiamente dichas. Los materiales de construcción empleados en las viviendas les brindan propiedades para sobreponerse al paso del tiempo y de eventos sísmicos. Para este análisis es por ello importante considerar los materiales de construcción empleados, así como el estado de conservación actual y las condiciones de habitabilidad que posee. Según información recolectada en el Plan Maestro del Centro Histórico de Lima se ha encontrado que existen 31.64% de unidades de vivienda que se encuentran en un riesgo Muy Alto de colapso

ante un evento sísmico y un 24% de unidades de viviendas que se encuentran en un riesgo Alto de colapso, mientras que el resto de las edificaciones presentan altas probabilidades de sufrir daños que los podría colocar en condiciones inhabitables. Asimismo, se ha podido determinar que las zonas de Barrios Altos, Monserrate y el Rímac son las más vulnerables al colapso de sus viviendas o de alcanzar niveles de inhabitabilidad antes desastres, cuyas viviendas en su mayoría ha sido construido con materiales tradicionales y que han estado expuestos a factores fuertes de deterioro.

3.2 Antecedentes del reforzamiento y restauración de Monumentos Históricos

Desde la construcción del Centro Histórico de Lima, este ha sufrido varios eventos sísmicos y varias edificaciones han sufrido grandes daños que hasta el día de hoy no han sido reparadas. Por ello, en esta sección se presentará casos de reforzamiento de Monumentos Históricos en el Perú y en el mundo.

3.2.1 Técnicas de reforzamiento

En primer lugar, se desarrollará acerca de técnicas de reforzamiento, las cuales buscan mantener o mejorar el comportamiento estructural de muros, entrepisos, corrección de asentamientos diferenciales o reparación de grietas, entre otras acciones necesarias.

3.2.1.1 Reforzamiento de muros.

Cuando se trata de reforzar los muros de viviendas en las que se han usado materiales como el adobe o la tapia se puede escoger entre distintas alternativas que hasta el día de hoy se han comprobado que cumplen muy bien la función de otorgarle resistencia adicional a estos elementos. El método de reforzamiento a escoger depende mucho del tipo de vivienda que se está interviniendo, ya que, se debe recordar que existen categorías de valor patrimonial. Las que tengan un mayor rango de este tipo, requerirán trabajos menos invasivos y que respeten la configuración inicial de estas edificaciones, mientras que aquellas viviendas de uso común se pueden permitir intervenciones más invasivas. Estos parámetros estarán determinados por la Ministerio de Cultura y las entidades competentes.

Entre las metodologías de reforzamiento aplicables a las viviendas de estudio están:

3.2.1.1.1 Refuerzo con mallas de acero y mortero.

Según el “Manual de Rehabilitación de viviendas construida en adobe y tapia pisada” de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, este método consiste en la instalación de mallas con vena por franja horizontal y vertical en las zonas críticas de los muros. Esta malla debe instalarse tanto en la cara interna como externa del muro y se deben interconectar con alambres de 8mm, en orificios que previamente han sido perforados y se han rellenado con mortero de cal y arena. Finalmente, se le puede dar un acabado con un mortero que recubre las mallas.



Figura 45. Materiales empleados en el refuerzo de muros con mallas de acero y mortero

Tomado de “Manual de Rehabilitación de viviendas construida en adobe y tapia pisada” del AIS

3.2.1.1.2 Refuerzo con madera confinante.

Este método que también es descrito en el Manual de la AIS consiste en la colocación de tablas de manera horizontal y vertical con el fin de otorgar mayor resistencia a los muros y dar mas consistencia. Estas tablas deben de colocarse tanto en la cara exterior como interior del muro y estas a su vez se interconectarán con pernos pasantes. La unión en la intersección de cada tabla de manera horizontal y vertical debe hacerse mediante pernos de acero que eviten su separación.

Para la instalación de las tablas horizontales se deberá considerar una separación no mayor a 1.5m, mientras que aquellas tablas inferiores deberán estar separados 50cm desde la cimentación y las tablas superiores deben separarse 20cm desde la viga corona. En el caso de

las tablas verticales se colocarán también a una separación de 1.5m, mientras que se separarán 10cm de las esquinas. Finalmente, se debe considerar la instalación de platinas en las esquinas cuyo espesor debe ser mayor a 1/8”.

Las maderas por utilizar deben ser de buena calidad con un espesor mínimo de 2cm. Asimismo, deben estar libre de fisuras, grietas, desgastes, defectos, entre otros.

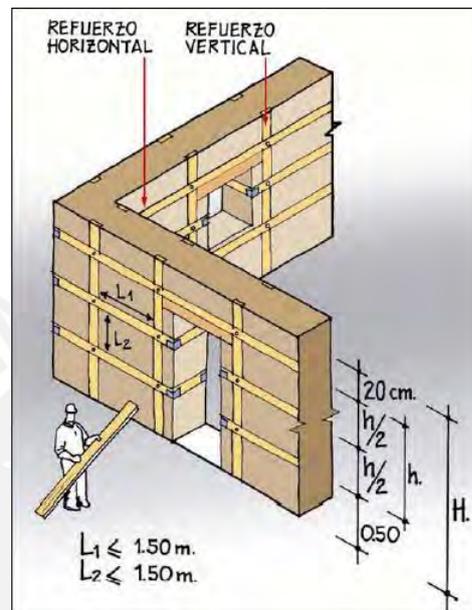


Figura 46. Detalle de instalación de tablas de madera en los muros.

Tomado de "Manual de Rehabilitación de viviendas construida en adobe y tapia pisada" del AIS

3.2.1.2 Mejoramiento de entresijos y diafragmas.

Como se sabe, los diafragmas cumplen una importante función en las edificaciones que consiste en permitir la correcta transmisión de las cargas y esfuerzos que reciben hacia los elementos horizontales y verticales en los que se apoya. Por ello, para mejorar el comportamiento estructural de las edificaciones estudiadas es importante asegurar un buen funcionamiento de estos. En las edificaciones de viviendas del Centro Histórico de Lima los diafragmas de entresijo están compuestos principalmente de tablonetes de madera y que con el paso del tiempo han sufrido desgaste y que a día de hoy no se puede asegurar su buen funcionamiento. En tal sentido, se proponen mecanismos de reforzamiento de estos diafragmas para mejorar su función esencial.

3.2.1.2.1 Mejoramiento con vigas corona perimetrales.

Este método que también es descrito en el Manual de la AIS consiste en la instalación de vigas corona sobre los muros de adobe o tapia que sirvan de amarre. Estas vigas corona pueden ser preferiblemente de madera, pero también se podría optar por ser de concreto. Con la finalidad de asegurar la continuidad del amarre en cada uno de los muros interiores o exteriores, estas vigas deben interconectarse en cada intersección de las mismas, con platinas o encajándose entre sí. Los detalles de cada conexión y su ubicación se muestran a continuación.

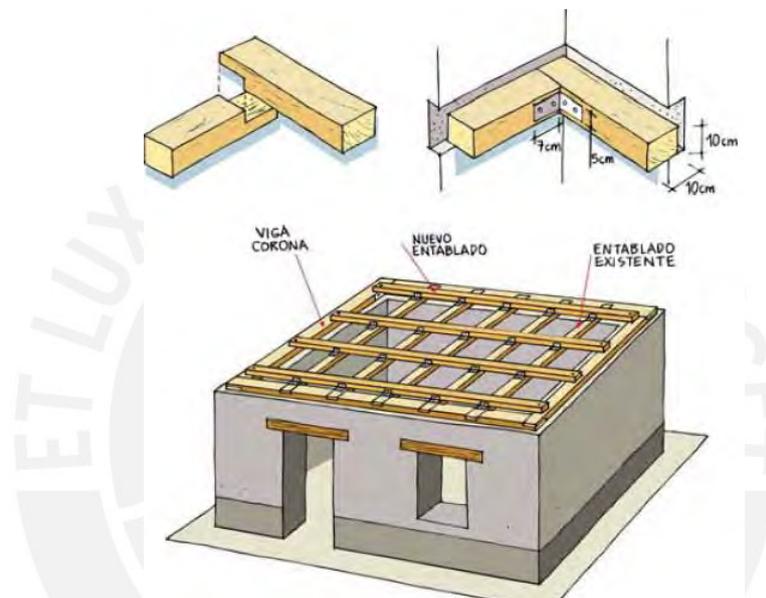


Figura 47. Detalle instalación vigas corona.

Tomado de "Manual de Rehabilitación de viviendas construida en adobe y tapia pisada" de la AIS

3.2.1.2.2 Mejoramiento con entablado complementario.

Este método también se puede encontrar en el manual de la AIS y consiste en adicionar un entablado en la dirección opuesta al existente o en todo caso en colocar un doble entablado en las dos direcciones principales del paño cuando no existe entablado anterior. Estos entablados deben ir adecuadamente conectado con todos los elementos del entablado existente como a los elementos de soporte mediante conectores de tornillo de acero. Los detalles de las conexiones y dimensiones típicas se muestran a continuación.

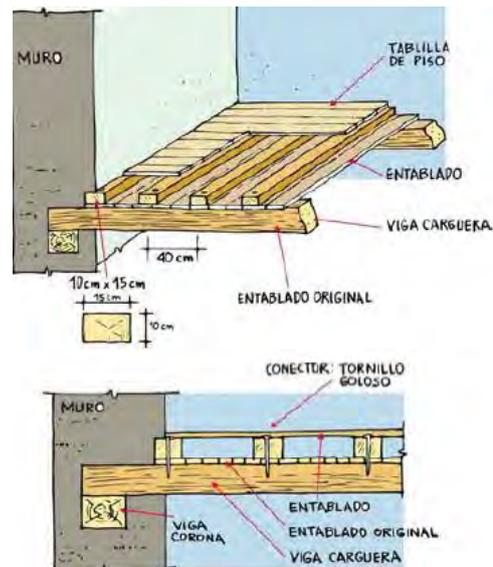


Figura 48. Detalle de doble entablado.

Tomado de “Manual de Rehabilitación de viviendas construida en adobe y tapia pisada” de la AIS

3.2.1.3 Reparación de curvaturas o deflexiones de vigas de madera

Los problemas de deflexiones excesivas en vigas estructurales se dan por la pérdida de su capacidad resistente a causa de carga excesiva o al más estado en el que se puede encontrar, por ejemplo, en casos de vigas de madera como las que suelen usarse en el Centro Histórico de Lima puede presentar problemas por encontrarse en estado podrido por la humedad principalmente. Estos problemas se pueden evidenciar por la presencia de manchas oscuras en la viga y en sus apoyos.

Para este tipo de casos el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento también ha incluido soluciones para intervenir. Por ejemplo, considera el uso de injertos de madera para recuperar el estado en el que se encuentran. Este método consiste primero en el apuntalamiento de las vigas vecinas a la viga afectada para luego actuar en sus extremos problemáticos, donde se excavará el apoyo, se eliminará el extremo de madera afectado y se insertarán los injertos de madera con sus respectivos amarres en la unión. También será necesario reemplazar los muros de adobe involucrados en este problema ya que probablemente tampoco se encuentren en buen estado.

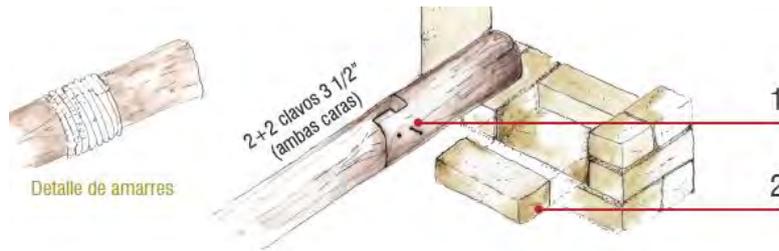


Figura 49. Detalle de injerto de madera.

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

3.2.1.4 Reparación de grietas

La aparición de grietas en las edificaciones son la evidencia de que existe un problema de esfuerzos no asumidos o que exceden a la capacidad resistiva del elemento y son la antelación a un posible colapso de la estructura. Las grietas son muy comunes en casi todos los problemas en las que estarán sometidas las estructuras y parte muy importante de la restauración y reforzamiento será poder repararlas y dar un aspecto de solidez a las estructuras, que se traducirá en la seguridad y la confianza de las personas que habitan o frecuentan dichas estructuras.

La forma de reparar las grietas suele ser muy similares para los distintos tipos de estas, tales son el caso de las grietas diagonales en muros, grietas en los encuentros de muros, grietas horizontales o por colapso parcial de muros. En estos casos la solución planteada por el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento consiste en rellenos de mortero sobre estas. En el caso de grietas menores a 10mm será necesario ensancharlas para introducir la mezcla y en el caso de grietas mayores ya no será necesario este paso. Dada la seriedad de las grietas y del estado de deformación del muro se evaluará si es necesario reconstruir la zona afectada de muro o solo proceder con la reparación de la grieta.

Adicionalmente a este procedimiento se recomienda adicionar un refuerzo estructural con mallas de drizas en ambas caras del muro y de manera transversal también para unir ambas caras. Estos procedimientos han sido evaluados y llevados a la experimentación por los ingenieros Carlos Sosa y Edward Soto con la asesoría del ingeniero Marcial Blondet en su trabajo de investigación para obtener el grado de magister en el 2014. En dicha investigación se puso a prueba una edificación de adobe a escala real la cual fue ensayada en el laboratorio

de estructuras de la PUCP, y a la cual se le repararon las grietas con el método descrito y se adiciono el refuerzo con drizas de nylon. Se concluyó que este mecanismo otorga mayores resistencias a la estructura y que es una manera económica de reparar las estructuras a base de adobe pues no implica grandes costos de implementación. Este procedimiento se complementa con la instalación de vigas collar sobre los muros y como acabado se da un enlucido a los muros.

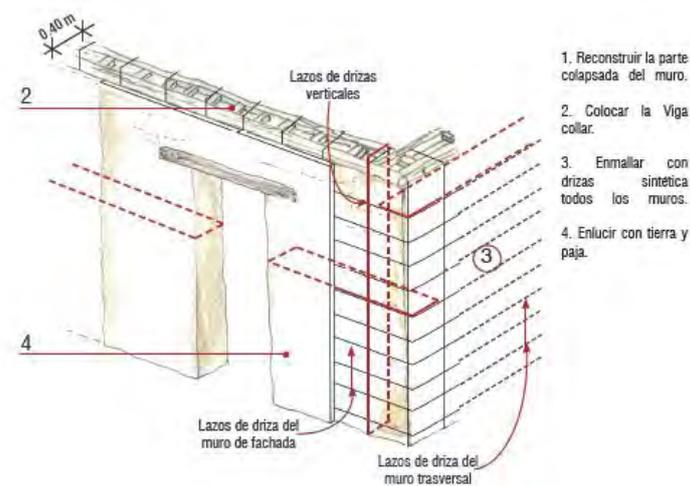


Figura 50. Detalle de instalación de drizas

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

Por otro lado, cuando se presentan grietas verticales en muros largos, es conveniente la utilización e implementación de contrafuertes en los tramos medios de muros. Estos contrafuertes deben tener un espesor no menor al espesor del muro y una altura mínima de los $\frac{2}{3}$ del muro. La longitud del contrafuerte debe ser igual o mayor a 3 veces el espesor del muro largo y no exceder 5 veces dicho espesor.

Para la reparación de grietas se debe proceder de manera similar a la explicada anteriormente y se debe considerar el enmallado del muro con drizas para mejorar su comportamiento. Finalmente, la colocación de vigas collar para otorgar mayor rigidez y la aplicación del enlucido como acabado. A continuación, se muestra el detalle del contrafuerte recomendado.

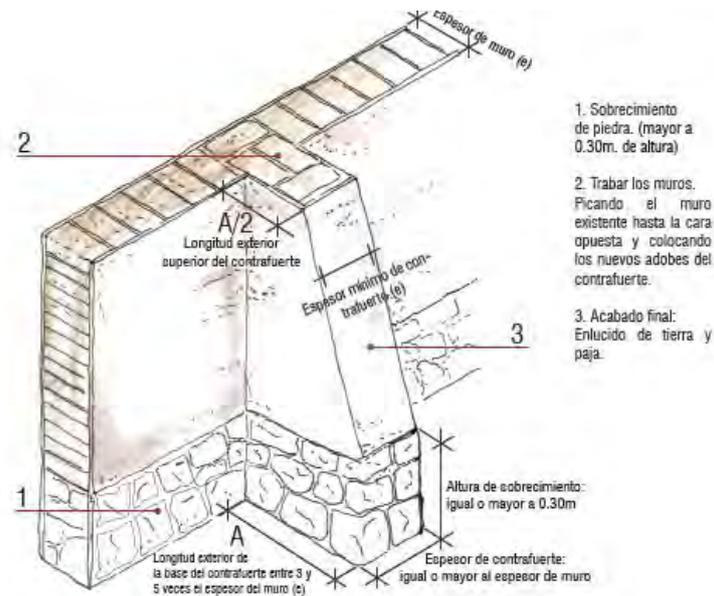


Figura 51. Detalle de contrafuente

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

3.2.1.5 Reparación de derrumbes de techos y cubiertas.

El derrumbe de techos y cubiertas suelen darse ante cargas excesivas sobre estos o por el deterioro de los elementos que lo soportan como son las vigas que han sido debilitados a causa de la humedad, insectos o por acción sísmica. Este problema suele ser muy crítico para los ocupantes pues puede ser el causante de graves daños materiales y humanos irreparables. Por ello las labores de reconstrucción deben ir con un adecuado reforzamiento para evitar futuros colapsos y asegurar un buen comportamiento de la estructura.

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento recomienda que ante estos casos los techos nuevos a construir deben estar hechos con tijerales triangulares apoyados en vigas collar de los muros más largos. Cada tijeral deberá estar unido por una viga cumbrera en su parte más alta para evitar futuros derrumbes. Además, será importante considerar que cada unión deberá ser debidamente clavada y amarrada para asegurarlos. Entre otras de las ventajas del uso de tijerales se encuentra la posibilidad de uso de falsos techos para almacenar algunos objetos o de mejorar la temperatura interior.

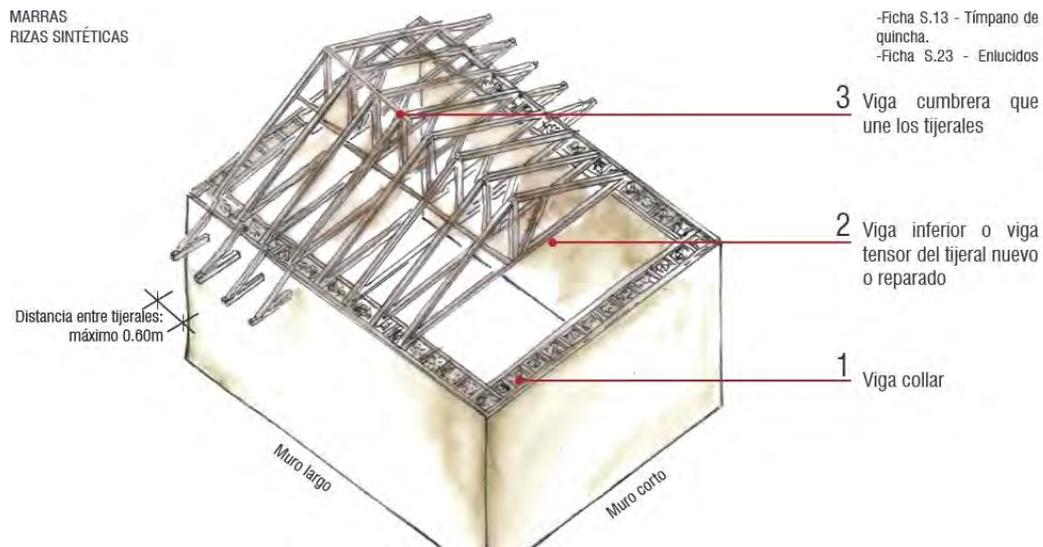


Figura 52. Detalle de techo con tijerales.

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

3.2.1.6 Reforzamiento de elementos atacados por xilófagos.

Como se ha mencionado el clima de la ciudad de Lima es muy húmedo lo cual favorece el crecimiento de microorganismos y hongos en las superficies, lo cual es el ambiente propicio para que aparezcan también insectos como los xilófagos. Por ejemplo, las termitas quienes habitan en las estructuras y que además consumen a los elementos de madera de la estructura. Esto, como se sabe, reduce la capacidad estructural de los elementos afectados induciendo a malos comportamientos estructurales y posibles colapsos.

Para este tipo de casos, El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento también ha ideado soluciones para atender la problemática. Lo primero que se deberá determinar es el porcentaje del área de sección consumida y de ser mayor al 20% se debe actuar de inmediato para evitar el colapso. Se podrá optar por reemplazar completamente todo el elemento o repararlo con ayuda de injertos. Para esta intervención no se debe olvidar de apuntalar los elementos colindantes al que se está tratando y se debe asegurar que la unión del injerto con la madera antigua sea la más eficiente, para ello se recomienda el uso de pernos en las caras de la unión, así como amarres con drizas.

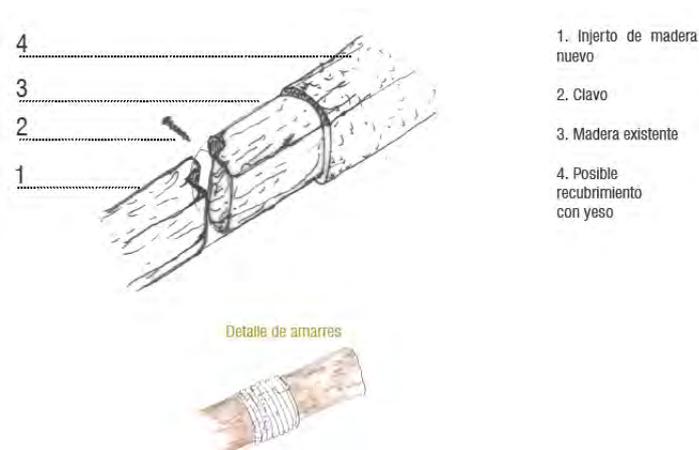


Figura 53. Detalle unión de injerto a la madera

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

3.2.2 Técnicas de restauración

A continuación, se plantean diversas técnicas de restauración que se pueden aplicar a las viviendas del Centro Histórico de Lima. Entre las acciones a realizar se detallan rehabilitaciones de cubiertas, rehabilitación de entrepisos, rehabilitación de pañetes y pisos, así como de muros, entre otros.

3.2.2.1 Rehabilitación de cubiertas.

Si bien es cierto que en la ciudad de Lima las cubiertas no son las típicas cubiertas a dos aguas o que cumplen la función de canalizar el agua de las precipitaciones, algunas de ellas cumplen funciones estéticas y que forman parte importante del valor cultural a preservar. Es por ello que las acciones de rehabilitación de estas deben estar orientadas en su puesta en valor. El material utilizado en estas es generalmente la madera y esta puede encontrarse deteriorada por el paso del tiempo, las condiciones climatológicas, agentes infecciosos o por la ocurrencia de eventos sísmicos.

Los trabajos de rehabilitación consistirán en una primera evaluación del daño y se decidirá si es necesario un cambio completo de la estructura o se puede reparar, con métodos antes descritos como el injerto. De considerar un cambio de esta se debe tener en cuenta que se debe mantener la imagen inicial de la estructura sin alterar su valor patrimonial. En el caso que se busque la reparación se deberá asegurar el empleo de materiales y técnicas compatibles

para que haya una armonía entre lo nuevo y lo antiguo. Luego de reestablecida la estructura, se deberá dar el acabado necesario como es el pintado con los colores clásicos de ese tipo de estructuras y manteniendo la armonía con su entorno.

3.2.2.2 Rehabilitación de entrepisos

Los casos de los entrepisos en las viviendas estudiadas del Centro Histórico de Lima fueron construidos haciendo uso de la madera para estos. Como se ha descrito anteriormente, la madera es susceptible a sufrir de patologías que se han descrito anteriormente. Según experiencias previas, son los entrepisos de edificaciones históricas las que más han sido reemplazadas y cambiadas por sistemas más resistentes como losas de hormigón armado, losas colaborantes, entre otros (Peñaranda, 2011).

Según como recomienda Peñaranda, L (2011), si el estado del entrepiso es bueno bastará con trabajos sencillos de limpieza, eliminación de polvo, telarañas, entre otros y se deberá evaluar la existencia de agentes bióticos externos. En el caso en el que estado de deterioro sea considerable se puede optar por con métodos de protección más eficaces como inyección, inmersión, impregnación o aspersión de productos preservadores y antixilófagos. Algunos de estos procedimientos pueden ser tóxicos y necesitara de la intervención de personal especializado con las medidas de seguridad necesarias para evitar inhalaciones de gases, por ejemplo.



Figura 54. Tratamiento de la madera con producto antixilófago.

Tomado de “Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional en Sucre” de Peñaranda, L (2011).

Otra de las medidas importantes a considerar, a parte de los tratamientos de los entrepisos, es pensar en el uso que se le ha dado al piso en cuestión. Estas condiciones pueden poner en riesgo de colapso al entrepiso, por lo cual se deberá evaluar aligerar la carga y

disminuir el peso sobre este. Se deberán buscar maneras eficientes de redistribuir las cargas de los distintos objetos colocados o de reducir el tránsito de personas en el lugar afectado.

3.2.2.3 Rehabilitación de pañetes y revoques.

Los revoques o los acabados de las paredes suelen ser de los más afectados por el paso del tiempo, ya sea a causa de la acción sísmica o de algún agente externo deteriorante. Los factores más importantes del desarrollo de las patologías son el agua, los agentes bióticos, la cristalización de sales, los agrietamientos y desprendimientos. Es el agua de los agentes influyentes más importantes ya que puede actuar como disolvente del aglutinante de cal, es decir, lo va “lavando” (Peñaranda, 2011). Si se le suma el hecho de que, como producto de sobrecargas o acciones sísmicas el muro presenta rajaduras, estas facilitarían la entrada del agua o de microorganismos para acelerar su deterioro.

Las labores de rehabilitación básicas debes iniciar con la limpieza de la zona afectada utilizando herramientas que no dañen más al acabado, pueden ser lijas suaves y espátulas. Si el daño no es de gran envergadura solo se refacciona con morteros de cal y arena y se le puede dar el acabado de pintura respectivo con pintura adecuada. Si el daño es mayor se debe eliminar toda la zona afectada para ser reemplazada con morteros de igual características a las originarias, comúnmente pueden usarse barro y cal. Se puede considerar darle mayor adherencia al acabado utilizar mallas o pedazos de elementos cerámicos reutilizados sobre una superficie rugosa del muro, y si se quiere asegurar mayor protección de estos acabados se puede considerar la utilización de productos hidrofugantes para que se evite mayor daño por el agua (Peñaranda, 2011).



Figura 55. Trabajos de rehabilitación de revoques y/o acabados en muros.

Tomado de “Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional en Sucre” de Peñaranda, L (2011).

3.2.2.4 Rehabilitación de pisos

En muchas viviendas coloniales de la ciudad de Lima los pisos inferiores de las edificaciones suelen tener acabados del tipo ladrillo pastelero, baldosas mosaicas o hacen uso de acabados de madera y sus derivaciones. En algunas otras edificaciones, no se presenta mayor acabado que el mismo terreno firme, y será según estén consideraciones que se deberán presentar procedimientos de rehabilitación.

En el caso de los ladrillos pasteleros usados en los pisos, Peñaranda (2011) recomienda que se deben realizar mantenimientos periódicos a fin de que no se llegue a un estado de deterioro muy alto. Este mantenimiento se puede realizar con cepillos de cerdas suaves y detergentes neutros, asimismo se utiliza tradicionalmente el aceite de linaza para consolidar las piezas y darle mas brillo. En los casos que su estado de deterioro sea mayor, como la rotura de alguna pieza, es conveniente reemplazar la pieza evitando que haya un mayor deterioro en las estructuras inferiores o exista algún tipo de filtración o se produzcan desprendimientos.

Para el caso de las baldosas mosaicos, Peñaranda (2011) también recomienda un mantenimiento periódico con utensilios como cepillos de cerdas suaves y detergentes neutros. Y en casos se encuentre deteriorado se puede optar por reemplazar la pieza convenientemente y asegurándose que no se pierda la armonía y el estilo previo. Asimismo, se puede proteger a este piso por el alto tránsito que pueda experimentar con cera natural, la cual debe aplicarse con pulidora para obtener una superficie más uniforme.



Figura 56. Trabajos de rehabilitación de pisos.

Tomado de “Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional en Sucre” de Peñaranda, L (2011).

Cuando se tienen pisos de madera o algún derivado es importante asegurarse primero que no exista alguna fuente de humedad en la zona sobre la que se apoya ya que deteriorara rápidamente este material. Si alguna pieza se presenta suelta, lo recomendable es devolverles la firmeza clavándolas o adhiriendo las piezas con pegamento. Por otra parte, no se debe ignorar la presencia de xilófagos en estos elementos, por lo que la aplicación de productos antixilófagos será importante para su protección (Peñaranda, 2011).

Finalmente, los pisos de barro son casos que también se pueden encontrar en las viviendas del Centro Histórico de Lima y pueden sufrir problemas como hendiduras localizadas. Este problema puede ser causado por un alto tránsito en la zona o alguna carga puntual excesiva. Asimismo, está relacionado a problemas de presencia de humedad o fuentes de agua por debajo del nivel del suelo, lo cual causa este tipo de asentamiento en la zona afectada. Dado esto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento recomienda que lo primero que se debe hacer es determinar la causa del problema y de ser uno relacionado al agua, esta debe ser eliminada para que deje de causar el daño. Posterior a ello, recomienda construir un piso con baldosas o pastelero con una base de capas de gravas para evitar el avance del agua y una capa de arena gruesa para emparejar la superficie. Este nuevo piso le dará mayor capacidad de resistir altos tránsitos y cargas concentradas y mejorará el aspecto de la zona de la vivienda.

3.2.2.5 Rehabilitación de muros expuestos a “Mal de Changas”, musgos, líquenes, entre otros.

La presencia de este tipo de agente bióticos causa daños en las paredes de las viviendas, dado que las raíces de este tipo de plantas causan agrietamiento o la presencia de microorganismos causan deterioro de las paredes. Las condiciones de humedad, temperatura, iluminación, entre otros favorecen el crecimiento de estos agentes bióticos. Para el caso de musgos, líquenes o similares la intervención más práctica es dejar la zona de trabajo limpia y la depuración de condiciones favorables a su formación. Posterior a ello se debe dar el tratamiento respectivo al muro como lo es el rasqueteo de la zona afectada y su relleno de mortero para terminar dándole el enlucido respectivo, como se ha explicado con anterioridad.

Cuando se tiene la presencia del “Mal de Changas”, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento recomienda evitar la formación de charcos de agua o acumulaciones de ella cerca de la casa sin los cuidados respectivos para no favorecer la

anidación de insectos que posteriormente ocuparan las paredes de la vivienda causándoles agujeros. Luego de esa medida preventiva, se debe empezar con la limpieza de la zona afectada y eliminar a los insectos huéspedes. Los agujeros deben ser tapados con mortero y finalmente se le debe dar un acabado de enlucido apropiado con las características arquitectónicas.

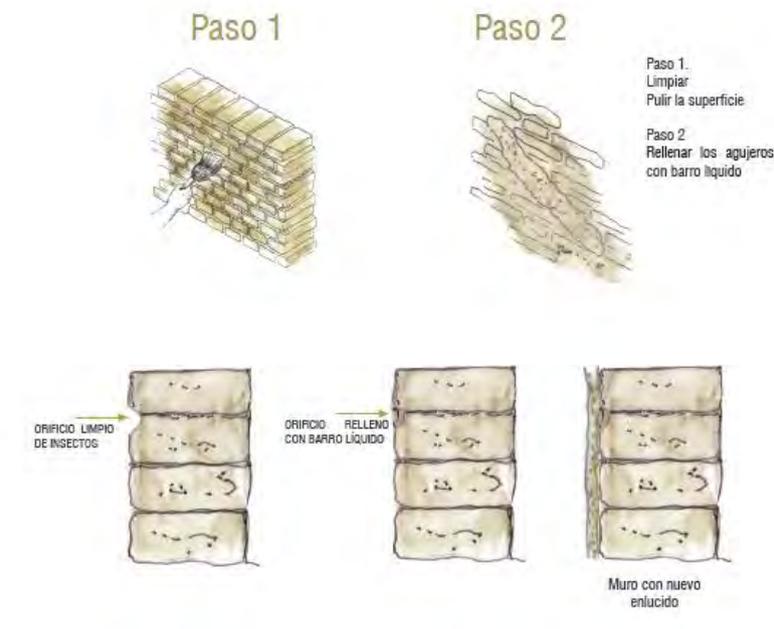


Figura 57. Rehabilitación de muros afectados por el "Mal de changas".

Tomado de "Ficha para la reparación de viviendas de adobe" del MVCS.

3.2.2.6 Rehabilitación de elementos de carpintería de madera y metal.

Los elementos de carpintería son muy importantes en las edificaciones en general, no solo por su funcionalidad, sino también por el estilo que les dan a las edificaciones. Sin embargo, suelen ser de los elementos que más vulnerables son al desgaste y al paso del tiempo, como a agentes patológicos, bióticos o climáticos. Por ello, es parte importante que las labores de restauración consideren una buena rehabilitación de estas manteniendo sus características originarias y distintivas de su época.

3.2.2.6.1 Rehabilitación de puertas y portones de madera.

Los portones y muertas de madera de las viviendas del Centro Histórico de Lima son elementos muy representativos e importantes dentro de la identidad arquitectónica de la ciudad. Por ello, las labores de rehabilitación de estos deben ser respetando sus características y sin alterar o modificar alguna de ellas. Se deben considerar en los trabajos el uso de materiales

tradicionales como ladrillo o la cal o similares pues estos son compatibles con los materiales originarios usados en los ornamentos que muchas puertas o portadas tienen (Peñaranda, 2011). Cuando se evalúe la necesidad de cambiar o sustituir algún elemento debe hacerse con materiales compatibles y que mantengan la armonía del conjunto.

Se debe evitar el uso del cemento o similares ya que no es compatible con las estructuras de tierra y además no le da la misma textura que si le puede otorgar la cal. Para el caso de las pinturas a utilizar se debe evitar colores muy llamativos o que no sean los mismos que se usaron anteriormente (Peñaranda, 2011). Por otro lado, se debe evitar en cualquier caso alterar o modificar la tipología de las portadas o portones pues significaría un atentado contra el patrimonio y no se estarían cumpliendo con los principios básicos de las intervenciones en edificaciones de características patrimoniales.

En los trabajos de rehabilitación de las puertas o portones, específicamente, se debe proceder con un lijado suave de la superficie de estas para mantener la madera antigua en buenas condiciones. De existir piezas faltantes se deberán completar y luego se aplicarán productos de tratamiento antixilófago para finalizar con la aplicación de barnices. En el caso de sus elementos metálicos, estos deberán ser lijados para eliminar el óxido, luego se aplicará producto para tratar este problema y se finalizará con un pintado de las piezas (Peñaranda, 2011). Se debe recordar que no se debe buscar reemplazar el elemento en lo posible, pero si se ve la necesidad, el nuevo elemento debe tener las mismas características que el original.

3.2.2.6.2 Rehabilitación de ventanas y balcones de madera.

Las ventanas y balcones se han convertido en elementos muy distintivos de la arquitectura colonial en la ciudad de Lima, ya que son elementos muy imponentes y destacan por sus bellos acabados. Se debe recordar que el vidrio no fue incorporado hasta el siglo XIX por lo que muchas de las ventanas y balcones fueron elaboradas con madera íntegramente, recién para el periodo republicano aparecerían los primeros cuartones de vidrio, por lo que se debe identificar plenamente para no confundir estilos de distintos tiempos históricos.

El tratamiento en los elementos de madera deberá realizarse de manera similar a las puertas y portones, y considerando los mismos criterios técnicos y de respeto de los valores patrimoniales de las características arquitectónicas y ornamentales. Se pueden utilizar guarniciones de neopreno (goma) en los cantos para mejorar el cierre y la estanqueidad (Peñaranda, 2011). Se debe recordar que se debe prohibir el reemplazo de estos elementos por

otros de características contemporáneas y que rompan con las características arquitectónicas de la época, asimismo, no se debe permitir las ampliaciones o reducciones de los vanos existentes, como la creación de nuevos.

3.2.2.6.3 Rehabilitación de elementos diversos de carpintería de metal.

El uso de la carpintería de metal en la época colonial fue usado como elementos ornamentales o como elementos de protección, como las rejas. Estos elementos eran elaborados principalmente a base de fierro fundido y necesitaran de cuidados específicos. Dada su ubicación en exteriores, están expuestos a la lluvia, la humedad, entre otros factores deteriorativos pero que con tratamiento periódico puede presentar un buen estado. La oxidación es una de las principales amenazas de estos elementos por lo cual debe protegerse con pintura o barniz antioxidante, pues son muy buenos para evitar la corrosión de estos y darles mayor durabilidad.

Las labores de restauración deben iniciarse con el cepillado o lijado de las capas oxidadas del elemento. Luego de ello se debe evaluar la pieza y ver si se encuentra completa o presenta alguna parte incompleta, de ser así se debe buscar la manera ideal de reponer la parte afectada. La etapa de la restitución deberá realizarse empleando métodos reversibles y respetando la configuración inicial, asimismo será importante que se note la diferencia entre lo original y lo reconstruido o repuesto. Finalmente, se le debe aplicar a la pieza una capa de imprimación antioxidante para que al secado se pueda aplicar la capa de pintura final.

3.2.3 Casos de aplicación

A continuación, se van a explicar acerca de casos de aplicación de técnicas de restauración y reforzamiento en iglesias del Perú de valor patrimonial y con resultados positivos.

3.2.3.1 Iglesia Mark 'Jo Cusco

La iglesia Mark'Jo se ubica en el departamento de Cusco, esta representa un monumento histórico de la época prehispánica. No se tiene con certeza la fecha en la cual fue construida; sin embargo, a la llegada de los españoles esta ya existía. La iglesia fue reforzada entre los años 2006 – 2008, por el Instituto Nacional de Cultura de Cusco (Esquivel,2009).

El problema estructural principal de la iglesia era la existencia de una napa freática muy superficial y de la composición del suelo en donde la edificación se encontraba cimentada. Otro punto importante era el efecto de la humedad, el cual ocasionó que las paredes de adobe presentaran erosión, así como también que las profundidades de cimentación no eran uniformes; es decir, presentaban distintos niveles de fundación. El problema de encontrar una napa freática muy superficial ocasionó que las cimentaciones de los muros pierden estabilidad lo que generó que estos se estuvieran desplazando hacia la parte interior (Esquivel,2009).



Figura 58. Modelo Típico de la Iglesia Mark'jo Cusco

Tomado de "Sistemas de Refuerzo Estructural en Monumentos Históricos de la Región de Cusco" (2009)

La intervención de este monumento histórico consistió en la reconstrucción de los cimientos, sobrecimientos y muros de adobe; además, se instaló refuerzos de madera que se colocaron en los muros de la estructura. Para el caso de los nuevos cimientos, estos tuvieron una profundidad de 1.60m y a nivel de base 2.00m dejando zarpas a los costados dando una forma de tronco trapezoidal ensanchado en la base (Esquivel, 2009). Con respecto a los sobrecimientos, estos fueron reconstruidos en su totalidad dado que su altura en la mayoría de estos era muy poca. Por ello, se construyeron hasta alcanzar una altura de 1.50m usando piedras grandes de 8". En el caso de los muros de adobe, estos se reemplazaron por unos nuevos tenían una dimensión de 0.60 x 0.30 x 0.15 m con el fin de evitar que se vuelvan a presentar fisuras por la erosión (Esquivel, 2009).

3.2.3.2 La Iglesia Catedral de Arequipa

La Iglesia Catedral de Arequipa representa un monumento histórico del país no solo por ser una edificación antigua y de gran valor histórico, sino también por las características estructurales importantes que esta presenta como la existencia de dos torres de aproximadamente 28 metros de altura. Esta iglesia está ubicada en centro de la ciudad y fue construida en base al material sillar; además, esta representa una gran expresión artística del estilo neoclásico (Torrealva,2002).



Figura 59. Dibujo de la Iglesia Catedral de Arequipa 1850

Tomado de “La intervención estructural en Monumentos Históricos. El caso de la Reconstrucción de la Catedral de Arequipa” (2002)

Como es sabido el departamento de Arequipa es altamente sísmico y la esbeltez de estas torres hace que ante cualquier evento de carácter sísmico pueda ocasionarle grandes daños o en el peor de los casos colapsos como es el caso del sismo de 1868, en la figura 38 se aprecia la reconstrucción parcial de estas torres (Torrealva,2002).

Luego de varios eventos sísmicos posteriores al sismo de 1868, se elaboró en 1983 el proyecto de restauración y reforzamiento de las dos torres; sin embargo, este solo incluía intervenir el primer cuerpo de la torre y no se reforzó la transición del segundo cuerpo al tercero. Por ello, el sismo del 2001 provocó el colapso de las torres (Torrealva,2002).



Figura 60. Reconstrucción parcial de la Catedral de Arequipa

Tomado de “La intervención estructural en Monumentos Históricos. El caso de la Reconstrucción de la Catedral de Arequipa” (2002)

Luego del sismo del 2001, se volvieron a reconstruir las zonas afectadas de estas torres por su importancia al ser un monumento histórico. Para esto, se colocó refuerzos de fibras de carbono en la zona de transición del segundo al tercer cuerpo. Finalmente se muestra en la figura 61 como se estructuró el reforzamiento de la torre (Torrealva,2002).

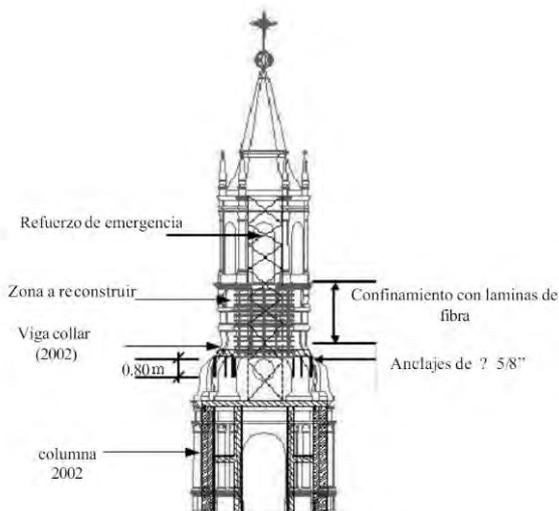


Figura 61. Esquema de Refuerzo Estructural de la Torre

Tomado de “La intervención estructural en Monumentos Históricos. El caso de la Reconstrucción de la Catedral de Arequipa” (2002)

CAPÍTULO IV: METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los proyectos con fines de conservación, restauración y reforzamiento tienen en común la etapa de evaluación y diagnóstico. En los capítulos anteriores, se tocaron los temas teóricos, conceptuales y básicos necesarios para poder realizar esta etapa fundamental en los proyectos.

Nuestra investigación buscó tener un panorama claro para los proyectos futuros que se podrán realizar en la ciudad de Lima. Por ello, luego de una amplia búsqueda de información se plantean lineamientos acerca de los procedimientos evaluativos y de diagnóstico que se pueden realizar en nuestra ciudad. Nuestra investigación está basada en autores como Maria Copaira, Feilden, Paez D., Hernandez J., Vargas, Blondet , Tejeda, Jairo Estacio, Kuroiwa, Chavez J., Alvares O., Prolima, el ININVI, entre otras reconocidas figuras del tema.

En primer lugar, se explicará acerca de la metodología de evaluación y diagnóstico que se plantea seguir y que se pueda aplicar en las construcciones de la ciudad de Lima. A partir del siguiente diagrama (Figura 62), se ira explicando cada uno de estos estadíos y las partes que los componen. Finalmente, se cerrará el capítulo con los mecanismos de actuación a los que se llegan en esta etapa y que significará el inicio de un nuevo proceso: intervención.

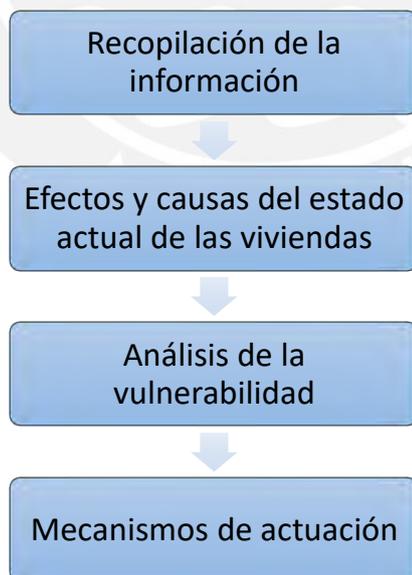


Figura 62. Diagrama de flujo de procedimiento propuesto para la evaluación y diagnóstico.

Fuente propia.

4.1 Lineamientos de evaluación y diagnóstico

En la etapa de evaluación y diagnóstico es importante tener en claro la serie de procedimientos o mecanismos a utilizar para su desarrollo. En la presente investigación, basado en una comunión de los autores mencionados, se sugieren unos lineamientos a seguir para conseguir una óptima evaluación y diagnóstico de este tipo de proyectos. A continuación, se detallan estos procedimientos.

4.1.1 Recolección de la información

Antes de iniciar con una evaluación minuciosa, no olvidar y tener en claro los objetivos planteados inicialmente para el proyecto. Se deberán conocer muy bien las características de este y así como su futuro uso, ya que es hacia donde apunta el proyecto.

La etapa de la recolección de la información es un proceso largo y amplio. Dentro de este estadio quedan enmarcados una serie de procesos a realizar y que en esta investigación se mencionará, pero sin tratar de plantear un orden secuencial de estas actividades, sino que estas obedecerán a las necesidades del proyecto, de la categoría del inmueble intervenido o de las facilidades que se tengan para realizarlas todas por completo o solo las que se tengan alcance. En la siguiente figura se muestra las subdivisiones planteadas para este primer lineamiento desarrollado.



Figura 63. Componentes del lineamiento de la recolección de la información.

Fuente propia.

a) Estudios previos y Antecedentes.

Para iniciar un proyecto de intervención en edificaciones históricas, tal como las del centro de la ciudad de Lima, se deberá definir la necesidad de esta. Se podrá considerar el evidente estado de deterioro o desgaste de la edificación a causa del paso del tiempo, efectos sísmicos, acción humana o por alguna de las causas que se han explicado con anterioridad. No olvidar que para iniciar cualquier intervención en este tipo de edificaciones se necesita, en el caso del Perú, la autorización por parte del Ministerio de Cultura.

Lo mencionado anteriormente como la evaluación de la necesidad de la intervención, quedaría abarcado dentro de la serie de estudios previos que se requieren. En esta etapa, como lo menciona María Copaira (2015), se deberá generar la documentación necesaria para el planteamiento y desarrollo del proyecto de intervención.

Asimismo, se ha hecho referencia a los permisos y autorizaciones necesarios para la intervención, estos quedarán comprendidos dentro de la etapa de la elaboración de los expedientes por parte de los profesionales proyectistas, que contendrán todos los documentos requeridos a ser presentados a la Municipalidad de Lima y el Ministerio de Cultura.

Posterior a la solicitud, el Ministerio de Cultura planteará las limitaciones según el tipo de proyecto. Su respuesta estará basada y sustentada de acuerdo a las leyes y normativas vigentes del país, así como también de los estándares internacionales determinados por las autoridades mencionadas en el capítulo anterior.

Por otra parte, según las recomendaciones de Feilden (1987), para obtener un buen conocimiento de las características de la edificación se deberán realizar estudios previos, en los cuales se deben considerar las condiciones geográficas, climáticas, topográficas, sísmicas, etc. que se presentan en la zona. Dado que a partir de ellas se pueda evaluar las implicancias que han tenido en el estado actual de la edificación. También es importante tener una idea clara de la historia relacionada con el objeto de análisis, ya que esta nos brindara información acerca de los usos que ha tenido esta edificación, las técnicas constructivas de la época en la que fue edificada y nos permitirá entender el papel social que este tuvo y tiene para los ciudadanos.

b) Definir uso futuro.

Otro de los puntos importantes a considerar es el uso futuro que tendrá la edificación a intervenir. Será necesario definir, según Feilden (1987), si solo será puramente como monumento, lo cual implicaría que no recibirá visitantes y que probablemente será apreciado desde el exterior, o si será intervenido con el fin de que sea rehabilitado como museo, en este caso se deberá tener claro que recibirá gran afluencia de público por lo cual se deberán plantear técnicas de reforzamiento más estrictas en las siguientes etapas de intervención. Otro de los casos que se pueden presentar es que sea restaurado para su inserción en su entorno, lo cual implica que cumplirá un papel social y que tendrá residentes en su interior, como es en muchos casos de las edificaciones que se encuentran en el centro de Lima. Según lo dicen muchos expertos, esta es una de las mejores maneras de asegurar su prevalencia en el tiempo, siempre y cuando no se pierda su cuidado y se tenga un correcto mantenimiento tanto por parte de los usuarios como de las autoridades.

c) Inspección visual del estado de la edificación.

Además de tener definido tanto las características del proyecto y del uso futuro, que se relacionan directamente con los objetivos del proyecto, será necesario conocer el estado actual de las edificaciones a intervenir. Será necesario tener claro el estado previo a la intervención para saber qué acciones tomar, para ello se deberá recurrir a una inspección visual de las edificaciones. Para mejorar la recolección de datos se pueden usar matrices de identificación del estado del proyecto. Además, de esta inspección visual general, se deberá hacer una inspección más minuciosa de los elementos de la edificación, a fin de describir e identificar los problemas locales que presentan. De igual manera, se deberá evaluar las instalaciones de manera minuciosa y se deberá calificar su estado de conservación para saber qué acciones se plantearán, como recomienda María Copaira (2015).

Además de esta evaluación de la edificación, propiamente dicha, será necesario conocer y describir su entorno, condiciones de cimentación y su uso futuro, como se ha mencionado anteriormente (Feilden, 1987). Estas condiciones son importantes pues influyen directamente en la manera como se abordará y se tomarán las decisiones.

d) Evaluaciones especializadas.

Después de conocer el estado de conservación previo a la intervención, la cual se realizó mediante una inspección visual con el apoyo de diversos especialistas en el tema, tales como

ingenieros, arquitectos, historiadores, artesanos conocedores de técnicas antiguas, representantes vecinales y de la comuna, será necesario profundizar en una evaluación estructural de la edificación para conocer el estado actual de los elementos estructurales y de la estabilidad general.

La evaluación estructural deberá ser, en primer lugar, de carácter cualitativo, como se ha explicado anteriormente, describiendo el estado y las características de cada elemento estructural con el fin de identificar “in situ” aquellos que se encuentran más comprometidos. Esta evaluación cualitativa servirá de base para iniciar con la evaluación cuantitativa propiamente dicha ya que, en este caso, se realizan asunciones, simplificaciones y suposiciones que si no son basadas en las características reales traerán errores en los resultados obtenidos. Se debe ser cuidadoso de tener en cuenta no buscar alinearse a las recomendaciones que se presentan en las actuales normas de diseño sismorresistente pues estas no concuerdan con las condiciones intrínsecas de estas edificaciones históricas y podrían producir, en total discordancia con el objetivo, daño en la estructura por la incompatibilidad de los propuesto (Feilden, 1987).

e) Levantamiento de planos y compatibilización.

Luego de haberse realizado la inspección visual cualitativa, para lo cual se puede recurrir al apoyo de formatos, encuestas, etc. para extraer de mejor manera la información, y de haber hecho una evaluación especializada del estado de la edificación, comenzará un análisis más específico de la estructura. Se puede empezar por compatibilizar los planos existentes con el estado de la estructura. En el caso de la ciudad de Lima, es probable que no se cuenten con los planos por cualquier motivo, por ello será importante realizar un levantamiento cuidadoso de las dimensiones, posiciones de elementos estructurales y no estructurales, etc.

Mediante la obtención de los planos se podrán plantear las futuras acciones y se podrá tener un panorama más claro de lo que se planea realizar y del objetivo final. Estas acciones serán parte de un plan más grande que deberá respetar los lineamientos que implican intervenir viviendas de carácter patrimonial, como se ha explicado en capítulos anteriores. Los planos a obtener deberán de ser de todas las especialidades implicadas por lo que se necesita de la participación de los distintos profesionales en cada especialidad y puedan dar su validación.

f) Recolección de propiedades de materiales y realización de ensayos.

A continuación, se puede continuar con enfocarse en analizar las propiedades de los materiales con los que fueron construidos cada elemento. Para ello se prepararán ensayos in-situ no destructivos para determinar las resistencias aproximadas de cada material. Es recomendable que los ensayos sean no destructivos para preservar al máximo el estado de la edificación y no violar los principios de la conservación y restauración bajo los cuales las edificaciones del centro de Lima están protegidas. Solo en casos de extrema necesidad se podrá evaluar la aplicación excepcional de ensayos destructivos, esto dependerá del nivel de información que se desea obtener y de la calidad y magnitud del estudio que se realiza (Páez & Hernandez,2005).

Este tipo de manera de analizar estructuralmente una edificación puede ser muy superficial e incompleta ya que si se desea ahondar mucho más en conocer sobre las propiedades y comportamiento en conjunto de toda la edificación será necesario una investigación más profunda. Además, se sabe de las limitaciones que puede presentar, ya que el grado de incertidumbre es más alto y por lo tanto las futuras decisiones a tomar no terminan de ser lo más precisas posibles. Sin embargo, no quiere decir que se deslegitimizará el valor de los mencionados procedimientos, sino que estos se pueden complementar de mejor manera. Lamentablemente, en muchos casos no es posible aplicar una investigación exhaustiva por las limitaciones en intervención que se posee para este tipo de edificaciones históricas.

A continuación, se detallará un poco más acerca de este procedimiento mencionado. En primer lugar, se deberá programar más de una visita al lugar de acción para obtener información más detallada que la que se puede obtener en una inspección común. En esta visita deberá contar con los especialistas de las distintas especialidades tales como arquitectos, ingenieros estructurales, geotécnicos, etc. según la complejidad del estudio (Páez & Hernández, 2005). En paralelo a estas visitas se irá realizando un inventario de las fallas encontradas en campo, igual que el caso anterior se deberá tener claro la ubicación y descripción respectiva.

Seguidamente, con la información recolectada se puede hacer una valoración del estado del sistema estructural de la edificación. Para ello se deberá tener en cuenta la data obtenida de las visitas a campos, planos de la edificación existente, planos levantados, especificaciones, memorias de cálculo, de construcción, etc. y deberán ser compatibilizados para tomar la decisión de calificar el estado de la edificación con un valor de coeficiente de reducción como: bueno (0.9), regular (0.7) y malo (0.5), basados principalmente en las condiciones bajo las

cuales fue construida y diseñada, y las condiciones de conservación y mantenimiento bajo las que se encuentra al momento de las visitas de especialistas (Páez & Hernandez,2005).

Posteriormente se iniciará con los ensayos de laboratorio que sean necesarios para determinar las propiedades físico-mecánicas de los materiales. Estos ensayos incluirán ensayos in situ destructivos, no destructivos, y así como la toma de muestras para ser ensayadas e inducidas a la falla. También serán necesarios estudios geotécnicos completos para conocer las propiedades del suelo bajo el cual está cimentada la edificación, asentamientos admisibles, capacidad portante, estratigrafía, etc. Basándose en todos estos resultados obtenidos se podrá obtener la resistencia de los elementos estructurales, bajo parámetros como módulo de elasticidad de los materiales, resistencia máxima, grado de deformabilidad, degradación del material, entre otros. Finalmente, esta resistencia obtenida deberá ser multiplicada por el factor de reducción escogido según la etapa anterior (Páez & Hernandez,2005).

Con todos los datos obtenidos en el campo y luego de conocer el estado de conservación de la edificación, se procederá a elaborar un modelo lo más representativo posible a la realidad. Se considerará la propiedad de los materiales, las condiciones geométricas de los elementos, disposición estructural de estos y las cargas bajo las cuales este sujeto. Se realiza el análisis estructural de la edificación y se podrá conocer el estado de esfuerzos a los que está sometido para poder ser comparados con las resistencias calculadas con anterioridad, así se obtiene el Índice de Sobreesfuerzo como lo detallan los ingenieros Páez y Hernández (2005). Otro de los índices que se menciona el Índice de Flexibilidad que se puede obtener conociendo las derivadas del modelo y comparadas con los máximos recomendados por las normas.

Finalmente, será importante definir y tener claro la secuencia de falla obtenida de los elementos. Con ello podremos conocer las falencias que tendrá el elemento y nos permitirá más adelante tomar las decisiones correctivas y preventivas pertinentes para asegurar la conservación de la edificación intervenida.

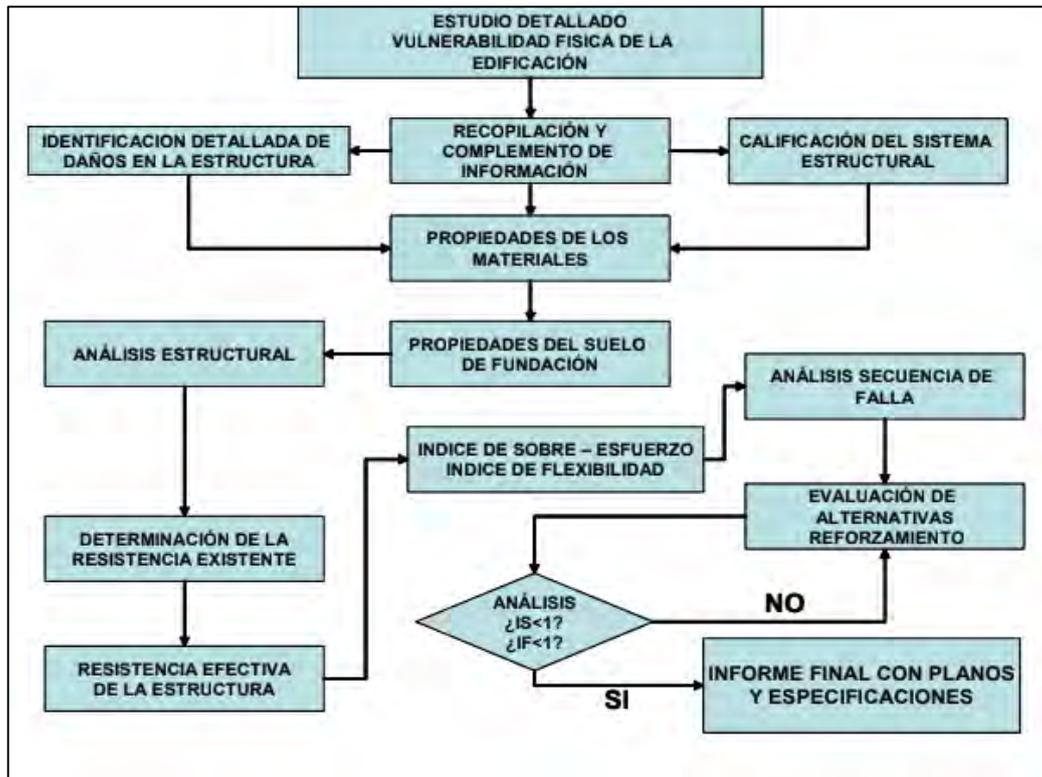


Figura 64. Esquema metodológico del estudio detallado

Tomado de "Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones" de Páez D. y Hernández J (2005).

Siguiendo con la forma de intervención recurrente, luego del levantamiento de la información y del conocimiento de las propiedades tanto de los materiales y de la estructura, la siguiente etapa será la de identificar los daños más relevantes que se puedan haber presentado en la edificación. Será importante una descripción detallada del daño encontrado, se deberá especificar su ubicación en los planos, en que elemento estructural o no estructural se encuentra, el nivel de deterioro encontrado y si compromete seriamente la estabilidad, entre otros (Páez & Hernández, 2005).

4.1.2 Efectos y causas del estado actual de las viviendas.

Luego de conocer todas las características de la edificación, tal como se ha descrito en los párrafos anteriores, se podrá continuar con el siguiente lineamiento del proceso evaluativo propuesto. Para ello será importante, tal como recomiendan los ingenieros Páez D. y Hernández J. (2005), comprender la edificación como un todo, que interactúa constantemente con su medio ambiente, edificaciones adyacentes y personas constantemente, y que serán parte importante para comprender las causas de su deterioro. En la ciudad de Lima, las causas de

deterioro serán diversas ya que las edificaciones han estado expuestas a casi todas las causas de deterioro que se han explicado en el capítulo anterior.

Al llegar al campo lo primero que se puede notar a simple vista son los efectos que ha sufrido la vivienda a lo largo de los años, y será labor del ingeniero poder determinar las causas que dieron lugar al estado actual de dicha edificación. En ese sentido, a continuación, se explicará este segundo lineamiento de las causas y efectos que se pueden encontrar en las viviendas del Centro Histórico de Lima. Adicionalmente será importante también poder predecir los efectos futuros en estas viviendas en el caso de mantenerse en situación de riesgo o en caso de no tener una actuación necesaria.

Estas causas y efectos que se pueden encontrar en las viviendas del Centro Histórico de Lima serán desarrolladas dentro de cuatro puntos que permitirán un mejor análisis y ayudarán diferenciar cada una de estas.

a) Relacionado a los materiales propios de la estructura.

Como se ha explicado, las propiedades de los materiales utilizados en las edificaciones del Centro Histórico de Lima no son las mejores para resistir las sollicitaciones sísmicas a las que han sido expuestas. Sumado a esto, son los precarios sistemas estructurales que se han formado para resistir fuerzas externas. Por ello, en la ciudad de Lima se ha podido identificar que sus edificaciones antiguas presentan pérdida de estabilidad producida por fuerzas sísmicas. Además, los materiales de tierra como adobe, quincha o tapial no son adecuados para resistir esfuerzos de tracción por lo que su comportamiento no es el mejor para asegurar la estabilidad de las estructuras. Tampoco trabajan bien ante esfuerzos de corte por lo que se pueden observar la aparición de fisuras típicas y que son visibles claramente.

Como se sabe las construcciones antiguas de la ciudad de Lima fueron principalmente hechas a base de materiales como el adobe, madera y/o quincha, este tipo de materiales son sumamente frágiles en comparación a los materiales que usamos en la actualidad. Además, suelen trabajar mejor en compresión y cuando son expuestos a cargas que producen esfuerzo de tracción, sumada a la poca adherencia que existe entre cada uno de sus componentes, presentarán fallas y se visualizarán grandes rajaduras. Este es el caso típico de los esfuerzos producidos por fuerzas sísmicas.

El propio material utilizado es muy variable, ya que estas edificaciones fueron construidas a partir del material encontrado en la zona a construir por lo general. Dependerá de

las condiciones del terreno que se usó para determinar las propiedades o resistencias que alcanzarán. Esto debido a que este tipo de materiales está compuesto por porcentajes de grava, arena, arcilla, sales, entre otros y cada uno de estos aportará sus propiedades. Por ejemplo, en el caso de las arcillas se deberá tener una proporción adecuada, ya que el exceso de esta puede producir fisuraciones y no darle una suficiente resistencia y, por el contrario, si no tiene un contenido adecuado de esta no aportará suficiente resistencia a la compresión (Vargas & Blondet, 1984).

Por este motivo, para determinar las causas del deterioro de las edificaciones evaluadas estará relacionada a los esfuerzos a los que ha estado sometida, ya sea por solicitaciones que se les aplicó como cargas de servicio o por acciones sísmicas, las cuales han sido muy común en la ciudad de Lima, entre otros. La resistencia se podrá obtener, de manera más precisa, a través de ensayos de laboratorio haciendo uso de pruebas in situ no destructivas o destructivas, si así lo amerita el caso. No olvidar la relevancia cultural de estas edificaciones por lo que se deberá respetar los principios y valores descritos en las cartas internacionales y reglamento nacional.

b) Relacionado al proceso constructivo.

Para el análisis de efectos se sabe que los procesos constructivos que se siguieron no pueden asegurar la formación de nudos rígidos o de continuidad de los elementos por malas prácticas. Se conoce lo importante que es la correcta integración de todos los elementos para tener un comportamiento en conjunto de todos los elementos y aportarle mayor rigidez a la estructura. En los procesos constructivos con materiales como adobe, quincha y/o tapial la correcta formación de los nudos, conexiones de elementos y/o adherencia entre estos no termina de ser la adecuada para garantizar un buen comportamiento estructural (ININVI,1989).

En suma, todos estos efectos inmediatos que se han podido identificar en distintas viviendas traen consigo derrumbes parciales o totales de las estructuras. Estos derrumbes traerán consigo, lamentablemente, daños irreparables en la vida de sus habitantes, además de daños en el mobiliario y se requerirá una urgente intervención.

En el caso del adobe, más allá del propio material como ya se revisó, las causas de deterioro se deberán también a malas prácticas constructivas que no favorecen a la ganancia de resistencia. De hecho, la incorporación de material orgánico o vegetación en la elaboración de los bloques debilitará la estructura. Asimismo, un mal alineamiento en las hiladas de los

bloques de concreto al unirse con el mortero podría generar un debilitamiento e inducir a la falla por dichos sectores. En el caso del tapial, como se sabe son grandes masas de material que es consolidada en moldes y por dicha naturaleza se pueden generar fisuras al momento que el material se seque por esfuerzos internos que se producen. Además, las juntas que se generan en el proceso constructivo no serían las más adecuadas para conseguir un comportamiento íntegro de todos los componentes y en la conexión de muros ortogonales tampoco se logran nudos rígidos (ININVI,1989). Por otro lado, en el caso de la quincha, como sabemos se usa madera y caña para darle forma a los muros y aportarles mayor resistencia y se cubre con un revestimiento de barro que le da un acabado, por ello para entender el comportamiento de estos muros será importante conocer la calidad de las maderas y cañas utilizadas pues serán responsables de otorgarle la resistencia ante, por ejemplo, cargas sísmicas. Por otra parte, el revestimiento que se le aplica también cumple una función de proteger a la madera y caña de agentes externos como las polillas o la humedad. En las edificaciones de Lima se ha usado la quincha para levantar pisos superiores, usando métodos como el tapial o el adobe en los primeros pisos, y como se ha visto la quincha ha tenido un buen comportamiento a pesar del paso del tiempo (Tejeda, 2000).

c) Relacionado a agentes naturales.

Por otro lado, debemos analizar los efectos causados por factores extrínsecos a la estructura, tales como agentes naturales o acción humana. Como se ha mencionado, en la ciudad de Lima uno de los principales problemas será la humedad a la que están expuesta las estructuras. Este problema genera en las edificaciones el debilitamiento de sus componentes de madera o la formación de salitre en sus paredes lo cual también las debilitará. Si bien es cierto que la ciudad de Lima no está expuesta a grandes precipitaciones anuales como en otras ciudades, no se deben despreciar la erosión causada con el paso del tiempo a causa del agua o el viento pues también provocará debilitamiento en las estructuras.

Otro de los problemas que se presentará será la aparición de patologías en los muros de tierra, como es el caso del “Mal de Chagas” que consiste en la aparición de agujeros en las paredes que sirven de nidos que algunos insectos implementan y pueden ocasionar problemas de salud para las personas que viven en la edificación. Otro caso muy común es la aparición de termitas, que como se sabe atacarán principalmente la madera de la que están hechas las edificaciones, causándoles una pérdida en su resistencia al reducirles la sección resistente. Los

efectos que traen estos agentes serán el debilitamiento de la estructura y del deterioro de sus elementos quitándoles sus propiedades resistentes.

Por otro lado, analizando también las causas de origen extrínseco como se ha mencionado líneas arriba. En el caso de los agentes naturales los más comunes que se pueden evidenciar en la ciudad de Lima es la humedad a la que está expuesta constantemente la ciudad y favorece el crecimiento de microorganismos y vegetación que con el tiempo pueden debilitar la estructura y los materiales de la edificación. Esto dependerá de cuán alejada se encuentre del mar la edificación analizada, en la ciudad de Lima el mar se encuentra muy próximo por lo cual está expuesto a estas condiciones. Otro de los factores más importantes es la presencia de insectos o las propias termitas que debilitan los muros de adobe, tapia o de quincha principalmente, ya que al perder el recubrimiento de barro que poseen queda expuesta la madera o caña que componen la estructura resistente del muro. Estos seres atacan esta parte de la composición del muro y reducen su sección resistente por lo que su desempeño ante solicitaciones se verá mermado.

Finalmente, no podemos ignorar el efecto causado por eventos sísmicos, los cuales representan el desastre natural más común en la región, ya que estos se pueden considerar los grandes causantes del deterioro de estas edificaciones. A lo largo de su historia, la ciudad de Lima ha sufrido grandes eventos sísmicos que han traído abajo las construcciones de la ciudad y que han provocado la innovación y mejoramiento de las técnicas constructivas y de los materiales empleados. Sin embargo, es de conocimiento que los materiales de la época no son los mejores para resistir este tipo de eventos por lo que es de suma urgencia para la ciudad un plan de acción con la finalidad de salvaguardar la integridad de dicho patrimonio.

d) Relacionado a la acción humana.

Ahora, en el caso de las causas y efectos de origen por acción humana se pueden encontrar diversas de estas. En primer lugar, podemos identificar que los usuarios de las edificaciones pueden tener malas prácticas que no podrían favorecer a la preservación de estas. Por ejemplo, exponer los muros o cimientos a la humedad del agua en sus labores diarias podría debilitar estos elementos. Por otro lado, muchas de estas edificaciones históricas pueden sobrepasar la carga viva admisible y generar deflexiones, agrietamiento, etc en los elementos estructurales, por ello, es importante ser cuidadoso de cuidar dicho detalle al considerar la puesta en valor de alguna edificación histórica.

Otro de causa identificada es el inadecuado mantenimiento que se le ha dado a la estructura, ya que, un mal trabajo de preservación o reforzamiento puede no ayudar en nada en la función para la cual fue pensada. Finalmente, se ha identificado que se pensó actos vandálicos, accidentales y hasta de carácter bélico en el centro de la ciudad que pudo haber afectado la conservación de estas edificaciones. A consecuencia de estos actos se pudieron haber generado incendios o desprendimientos que evidentemente generan un debilitamiento de la estructura o su colapso tanto parcial o total, dependiendo de la gravedad de la causal.

4.1.3 Análisis de vulnerabilidad.

El siguiente lineamiento propuesto es el análisis de vulnerabilidad de las viviendas estudiadas. Para realizar un correcto análisis de vulnerabilidad es importante haber completado los lineamientos previos de manera adecuada. Puesto que, estos alimentarán el análisis y prepararán el terreno para llegar a conclusiones que se explicarán más adelante.



Figura 65. Esquema metodológico del análisis multifactorial

Fuente propia.

4.1.3.1 Análisis Multifactorial

Para este análisis de vulnerabilidad se plantean tres factores como propone en el análisis multifactorial de Jairo Estacio (2010). Estos son:

- El factor de la vulnerabilidad poblacional
- El facto de la vulnerabilidad físico-estructural
- El factor de la vulnerabilidad por exposición de elementos o espacios de interés

a) Vulnerabilidad poblacional

Al realizar este análisis se puede centrar en estudiar un grupo de factores. El primero de ellos está relacionado al acceso de los servicios básicos y al equipamiento del hogar, esto es importante dado que son indicadores de la pobreza de sus habitantes y este viene a ser un gran índice de vulnerabilidad ante situaciones de emergencia que se puedan presentar como: movimientos sísmicos, incendios, derrumbes, entre otros.

Otro de los factores a tener en cuenta es la edad de la población involucrada. Queda claro que las personas de corta edad (menores de 10 años) y los de más edad en las familias (adultos mayores de 65 años) son más vulnerables ante situación de emergencia y que necesitan especial cuidado. En el Centro Histórico de Lima se pueden evidenciar presencia marcada de personas de estas características en determinados sectores del área mencionada y que requieren de actuaciones para mejorar la calidad de vida y de reducir la vulnerabilidad. En el siguiente mapa se puede notar esto gráficamente que este grupo etario esta mayormente concentrado en las zonas de Barrios Altos, Monserrate o el Rímac, que son zonas de mayor uso residencial de las viviendas.

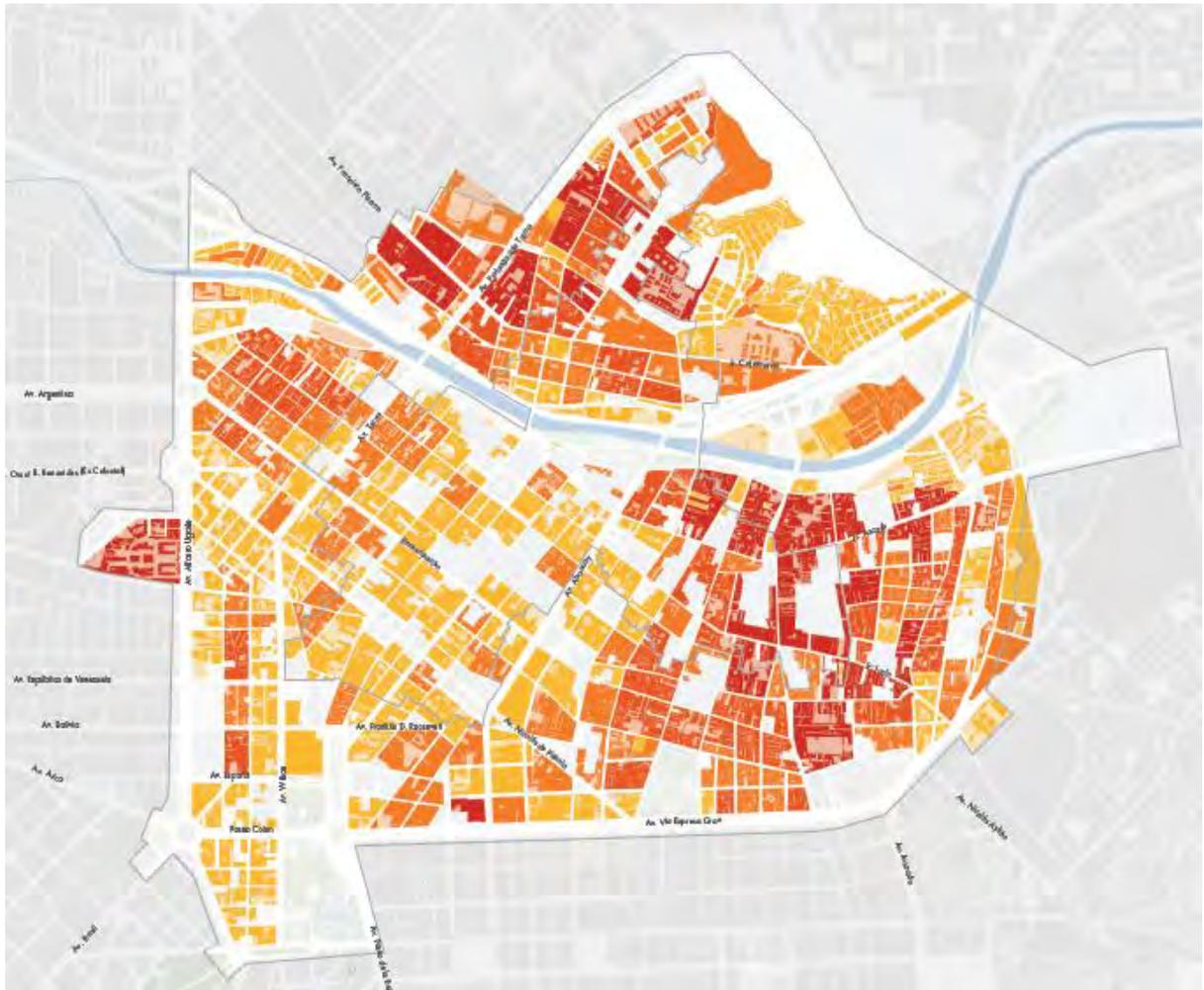


Figura 66. Mapa de población mayor a 65 años en el CHL (el rojo indica mayor concentración de este grupo etario, mientras que el amarillo una menor concentración)

Tomado del Plan Maestro del CHL (2019).

Además de estos factores también se debe tener en cuenta otros factores que no tengan que ver con la pobreza o la edad, este puede ser el tiempo que llevan las familias asentadas en el Centro Histórico de Lima, dado que se conoce que las familias recién asentadas son más vulnerables que las que ya llevan muchos años viviendo en dicho espacio. Asimismo, aquellos pobladores que tengan un nivel inferior de educación resultaran más vulnerables puesto que les puede resultar más difícil comprender y tomar conciencia de la importancia de las medidas de prevención de desastres y del modo de actuar ante situaciones de emergencia (Estacio, 2010).

b) Vulnerabilidad Físico-Estructural

Existen diversos estudios o procedimientos que se han desarrollado para analizar esta vulnerabilidad. Entre estos están el procedimiento recomendado por la SBS para medir el nivel

de daño estructural y que es empleado por las entidades aseguradoras del Perú y en el mundo para estimar las pérdidas.

Para esta propuesta se tomará como referencia lo propuesto por Estacio, J. (2010) en “Análisis de Vulnerabilidad de edificaciones del Centro Histórico de Lima”. En ella se toma como referencia el procedimiento recomendado por la SBS y se ha complementado con información estudiada por Kuroiwa.

Como primer paso se deben clasificar las edificaciones según su sistema estructural predominante. En la metodología propuesta por el autor hace un repaso por todos los tipos de viviendas del CHL y por su diversos materiales y sistemas empleados, pero en nuestro caso de estudio este universo de posibilidades se ve reducido a las viviendas construidas a base de adobe, adobe y quincha, y en un menor número viviendas de madera, que corresponden al periodo temporal estudiado. A continuación, se muestra un extracto del grafico “Tipos de edificaciones encontradas en el Centro de Lima y Rimac” de Estacio, J (2010).

Tabla N°5:

Información de viviendas con sistema estructural a base de adobe y adobe-quincha

Tipo	Descripción	Ejemplo representativo	Foto
1	Casa de albañilería de 1 a 4 pisos con sistema estructural de albañilería confinada o no confinada con diafragma (techo) rígido. Construcción informal. Ubicadas en zonas de uso residencial en el ámbito.	Edificio privado de Jr. Huanta, Barrios Altos.	
2	Casa de adobe. Generalmente vivienda antigua o monumento histórico con gran altura de entrepiso y techo de viguetas de madera. Ubicada en las zonas monumentales del ámbito	Vivienda particular en Alameda de los Descalzos, Rimac.	
3	Casa de adobe y quincha. Casas destinadas principalmente a uso residencial generalmente con gran deterioro y habitada por inquilinos precarios. Se localiza en las zonas más densamente pobladas del ámbito.	Casa abandonada en la esquina del Jr. Huanta y Jauja. Barrios Altos	

Nota. Adaptado de Estacio (2010).

Como siguiente paso a la determinación del tipo de edificación esta la determinación de los valores de vulnerabilidad según Kuroiwa (2002). Kuroiwa propone niveles de daño propio a las edificaciones según su sistema estructural que se esperarían para un movimiento sísmico de intensidad VII. Para el caso de las viviendas estudiadas, es decir de adobe o adobe-quincha, se espera un valor de daño promedio del 40% lo cual implica un nivel de vulnerabilidad alto dado que este valor de daño promedio es de los más altos del estudio.

Tabla N°6:

Tabla de vulnerabilidad para los distintos sistemas estructurales

Tipo de edificación		Sistema estructural probable	% de incidencia	Valor de daño del sistema estructural	Valor promedio de daño del tipo de edificación	Nivel de vulnerabilidad
1	Casa de albañilería	Albañilería confinada con diafragma (techo) rígido	28%	5%	20%	Medio
		Albañilería confinada con techo flexible	10%	15%		
		Albañilería no confinada con techo flexible	42%	30%		
		Albañilería no confinada con techo rígido	20%	20%		
2	Casa de adobe	Albañilería de adobe	100%	40%	40%	Alto
3	Casa de quincha y adobe	Albañilería de adobe y quincha	100%	40%	40%	Alto
4	Casa de madera	Estructura de madera	100%	6%	6%	Bajo
5	Edificio de Concreto armado antes de 1980	Columnas muros y vigas de concreto armado	100%	10%	10%	Bajo
	Edificio de Concreto armado antes de 1997		100%	6%	6%	Bajo
	Edificio de Concreto armado después de 1997		100%	5%	5%	Bajo

6	Construcción industrial	Estructura de acero tipo nave industrial	80%	20%	19%	Medio
		Albañilería confinada con diafragma (techo) rígido o sin diafragma	20%	15%		
7	Sistema no tecnificado	Material precario	100%	30%	30%	Alto

Nota. Adaptado de Kuroiwa (2002).

Tabla N°7:

Relación del nivel de daño y nivel de vulnerabilidad-

Daño	Descripción	Nivel de vulnerabilidad
0%-4.9%	Sin Daño	Bajo
5%-11.9%	Daño no estructural pequeño. Pequeñas grietas en muros de albañilería, desprendimiento de grandes trozos de estuco en zonas extendidas. Daños en elementos no estructurales como chimeneas, cornisas, etc. La capacidad resistente de la estructura no está reducida apreciablemente. Fallas generalizadas en elementos no estructurales.	Bajo
12%-19.9%	Pequeñas grietas en muros de albañilería, desprendimiento de grandes trozos de estuco en zonas extendidas. Daños en elementos no estructurales como chimeneas, cornisas, etc. La capacidad resistente de la estructura no está reducida apreciablemente. Fallas generalizadas en elementos no estructurales.	Bajo
20%-29.9%	Daño estructural moderado. Grietas grandes y profundas en muros de albañilería, extenso agrietamiento en muros columnas de concreto armado. Inclinación o caídas de chimeneas, estanques y plataformas de escalas. La capacidad resistente de la estructura está parcialmente reducida.	Medio
30%-69.9%	Daño estructural severo. Se caen trozos de muros, se parten los muros interiores y exteriores y se produce desplome entre sus trozos. Corte en elementos que unen partes del edificio. Aproximadamente falta un 40% de los elementos estructurales principales. El edificio toma una condición peligrosa.	Alto
70%-100%	Colapso de una gran parte o total del edificio	Muy Alto

Nota. Adaptado de Estacio (2010).

c) Vulnerabilidad por exposición de elementos o espacios de interés

Según Estacio, J (2010) este tipo de vulnerabilidad se centra en determinar aquellos espacios de interés que ante un sismo o emergencia podrían traer consigo consecuencias mayores. Estos elementos de interés son los relacionados a servicios públicos, tales como entidades del sector público, administrativas o de equipamiento estratégico (salud, educación, etc). Otro de los elementos de interés son los de respuesta o atención como son los bomberos, policía, centros de salud, serenazgo, etc. Por último, se deberá tener en cuenta las vías de comunicación y su vulnerabilidad de quedar colapsadas o muy congestionadas ante una emergencia

En el Centro Histórico de Lima conviven distintas entidades públicas que son de interés nacional y que son vulnerables ante una emergencia. Asimismo, los centros de salud y atención primaria corren el riesgo de colapsar ante la demanda y ante el propio evento sísmico por lo expuesto anteriormente. Caso similar con las comisarias, puestos de control de seguridad dentro de esta jurisdicción que pueden quedar comprometidas y que no podrán brindar la atención a la ciudadanía. Finalmente, el tema de la congestión vehicular en el Centro Histórico es toda una problemática y que aún no se ha solucionado, y por lo tanto ante una emergencia las vías son muy vulnerables al colapso.

4.1.3.2 Factores agravantes de la vulnerabilidad

En el subtema de análisis factorial se mencionó el nivel daño en que se encontraron las edificaciones al momento de realizar el estudio; sin embargo, existen factores agravantes de estas construcciones y que por lo tanto aumentan su vulnerabilidad. Según Estacio, J. (2010) en información brindada por el ICL se presenta la siguiente relación:

$$\text{Daño} = \text{Daño de estructura ideal} \times \text{Factor agravante}$$

Uno de los factores agravantes más comunes que existen es el número de pisos que posee la edificación de estudio esto, es particularmente notorio en edificaciones de más de 3 pisos. En la presente investigación las viviendas de tres pisos son muy pocas, por lo tanto, no es un factor altamente incidente en esta.

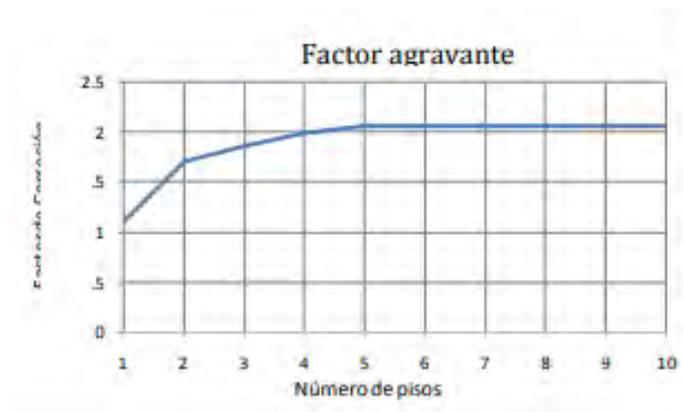


Figura 67. Factor agravante según el número de pisos

Tomado de Estacio, J (2010).

Otro de los factores agravantes es el estado de conservación en el que se encuentra. Dado que las edificaciones que se poseen gran deterioro reducen su capacidad de resistir futuras solicitaciones (Estacio, 2010). Este es un factor agravante muy común en las edificaciones de uso de vivienda del Centro Histórico de Lima dado su estado de conservación. Según Estacio, si la edificación se encuentra en buenas condiciones el factor será de 1, mientras que si se encuentra en estado deteriorado se aplicará un factor de 2.

Adicionalmente, la separación inadecuada de las edificaciones, es decir el tema de juntas sísmicas inexistentes, agravan más la vulnerabilidad. Como se sabe el movimiento y el golpeteo por edificaciones vecinas aplican fuerzas no calculadas sobre las estructuras y la pueden hacer fallar. Se debe prestar especial atención a edificios altos que puedan colindar con edificaciones de adobe puesto que en estos casos es aún más importante la separación puesto este efecto puede ser devastador. Según Estacio (2010), se puede considerar para estos casos un factor de 1.2. Además de este factor agravante, se puede considerar que existen cercos que no han sido confinados debidamente y que ante un movimiento sísmico son muy vulnerables puesto pueden sufrir de considerables agrietamientos o incluso pueden faltar por volteo.

Finalmente, se pueden seguir enumerando más factores agravantes tales como la existencia de daños previos/humedad, sobrecarga en techos, parapetos sin refuerzo o presencia de volados cerca de postes, entre otros. Según Estacio (2010), para el primero de estos se puede considerar un factor de 2, para el tema de sobrecarga en techos se puede considerar un factor de 1.5 y para los últimos dos mencionados se plantea utilizar un factor de 1.1.

4.1.4 Mecanismos de actuación.

Como mencionan Chávez, J. y Alvares, O. (2005), al culminar la recolección de datos, y al tener los resultados de posibles ensayos de laboratorio, se puede iniciar con la reconstrucción de los hechos, esto quiere decir que, se debe entender el proceso patológico desarrollado a partir de conocidas sus causas y efectos, contrastadas con el estado actual de la edificación. En este momento se deben tener algunas conclusiones para continuar con las actuaciones de intervención en la edificación basada, también, en el análisis de vulnerabilidad explicado en el lineamiento anterior.

Es importante identificar las viviendas según su valor patrimonial, ya que esto influirá en las futuras actuaciones que se desarrollaran. Como se sabe los inmuebles en el Centro Histórico de Lima se han clasificado como monumentos, de valor monumental y de entorno, lo cual nos permite entender su valor cultural y patrimonial que puedan tener y saber ante qué situación se está enfrentando. Esta información se puede obtener, por ejemplo, mediante los mapas que se han desarrollado en el Plan Maestro de Lima del 2019 donde se identifican los estados de conservación de este tipo de edificaciones. Asimismo, este importante documento nos brinda otros mapas en los que se identifican los estados de conservación de las edificaciones, los materiales constructivos utilizados y también nos permite ubicar las zonas de uso residencial, comercial o mixto. Toda esta información que se tiene nos permitirá dar un diagnóstico del estado actual de la edificación y entender el panorama al que el proyecto se tiene que enfrentar.

Lo que finalmente se plantea en este lineamiento es que se deberán plantear los mecanismos de actuación para afrontar la problemática. Estos mecanismos por escoger en las siguientes etapas del proyecto deberán ir acorde a la gravedad del deterioro de la edificación y se debe ver si es conveniente aplicar una restauración, un reforzamiento o decidir, en el peor de los casos, por el desmontaje de la edificación. Cada una de estas medidas a tomar, como recomiendan Chávez, J. y Alvares, O. (2005), “necesitarán de mano de obra especializada en sus labores y de una programación adecuada del proceso de intervención en el inmueble para que la acción sobre el mismo no resulte perjudicial”. Asimismo, deberán presentar especial interés en los materiales que se empleen en los diversos procesos constructivos a utilizar, ya que no en todos los casos las características de los materiales serán compatibles con la edificación en intervención. Por esto, el control de los trabajos será parte importante en la rehabilitación de las edificaciones intervenidas.

Tanto los procedimientos de restauración como reforzamientos escogidos deben ser acordes al valor patrimonial de la educación o las edificaciones intervenidas. Se deberá tener presente los objetivos del proyecto y los usos futuros que se le dará pues esto determinará las labores a realizar, ya que no es lo mismo intervenir una vivienda que se dará como uso de museo o de inmueble intangible a una rehabilitación para un uso residencial, puesto que las sobrecargas que se le aplicaran serán distintas y podrían afectar la estabilidad de estas. Asimismo, se deberán preparar para soportar eventuales sismos, pero no se deben dejar de lado los principios de conservación, restauración y las peculiaridades en el reforzamiento en edificaciones de valor patrimonial, como se ha explicado en capítulos anteriores.

Por otro lado, cuando se realiza el diagnóstico desde el punto de la gestión del riesgo de desastres que se tiene en el Centro Histórico de Lima será importante conocer el estado actual de este aspecto problemático que se tiene. Si bien la Municipalidad de Lima realiza planes de contingencia en esta área de la ciudad en fechas de gran aglomeración de personas para evitar desastres como en años anteriores, es necesario una gestión integral para mitigar al máximo los riesgos de desastres. Para ello se debe identificar claramente todas las características propicias para el desastre que tiene la ciudad, específicamente las viviendas en este caso. También se puede plantear la evaluación del riesgo, como es la identificación de los peligros y de conocer la vulnerabilidad desde muchos puntos de vista, como lo son los ámbitos social, ambiental, económico, legal y físico. Asimismo, no se debe ignorar que la ciudad es constantemente amenazada por la ocurrencia de eventos sísmicos, como de otros eventos naturales que se han descrito y que pueden producir gran afectación en las viviendas produciendo desastres.

Finalmente, se plantean mecanismos de actuación para la mitigación de esta problemática. Para este caso es necesario un trabajo ambicioso y grande reducción de la vulnerabilidad en muchos aspectos que se presentan como críticos, tal es el caso del ámbito social, económico, legal y físico en el área de estudio. Se deben aplicar planes de restauración y reforzamiento de los inmuebles involucrados de manera responsable y acorde a las exigencias del respeto del patrimonio que significan. Adicional a esto será importante la creación de planes integrales de contingencia que permitan contener el riesgo de desastres, esto no solo debe incluir las reducciones de vulnerabilidad propiamente dichas, sino que debe proveer de educación a los pobladores ante situaciones de riesgo de desastres para que sepan las mejores acciones a tomar ante estos sucesos.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

El estado actual de las viviendas del centro Histórico de Lima es precario, por ello, se requieren labores de rehabilitación y revitalización del espacio urbano-residencial de estas zonas de la ciudad. Es necesario que se promueva el mejoramiento, la restauración y las intervenciones en las viviendas existentes a través de programas sociales; así como, promover nuevos proyectos habitacionales que vayan en sintonía con la revitalización del patrimonio y que sean atractivos para los propietarios y residentes con el fin de destugurizar la vivienda en el Centro Histórico de Lima. Para lograrlo es necesario la participación de entidades privadas y del propio estado para promover el acceso a créditos y a viviendas de calidad para los residentes de bajos recursos económicos; además, esta intervención debe ser desde un enfoque global, incluyendo las dimensiones sociales, culturales y evidentemente sin dejar de lado el valor patrimonial de las viviendas.

El valor patrimonial de las viviendas en el Centro Histórico de Lima es un factor preponderante en los criterios a considerar para las intervenciones en dichos inmuebles. Este tipo de construcciones están protegidas tanto por parámetros internacionales como por las propias leyes locales, lo que hace que sea necesario trabajos con mano de obra especializada con la finalidad de no deteriorar las condiciones iniciales al proyecto. Se debe recordar que existen categorías de inmuebles dentro del CHL: monumento, inmueble de valor monumental e inmueble de entorno; dado esto se podrá medir el nivel de intervención permitido, el cual deberá ser aprobado por un especialista designado por el Ministerio de Cultura.

La problemática del estado de conservación de las viviendas del Centro Histórico de Lima es el resultado de una serie de sucesos que han dado tal resultado. Estos factores quedan descritos como “ejes problemáticos”, es así como se han identificado los siguientes: eje problemático institucional, eje problemático socioeconómico, eje problemático físico-urbano y eje problemático de la gestión del riesgo de desastres. Como se ve este es un problema que debe ser abordado desde muchos enfoques que han sido descritos; sin embargo, en la presente investigación se dan los lineamiento y recomendaciones para los dos últimos ejes problemáticos mencionados, ya que, son aquellos que más se relacionan a los alcances como ingenieros civiles.

Se estableció una guía de lineamiento a seguir para la realización de un proceso evaluativo y de diagnóstico completo y adecuado para las viviendas del Centro Histórico de Lima. Esta

consiste en los procedimientos a seguir y sus respectivas consideraciones y recomendaciones para lograr el objetivo de conocer el estado real de conservación de los casos de estudio. Estos se pueden resumir en los siguientes lineamientos: recopilación de la información, efectos y causas del estado actual de las viviendas, análisis de vulnerabilidad y mecanismos de actuación. Cada una de estas partes se subdividen en una serie de procesos o metodologías que ayudan a llevar una mejor evaluación y diagnóstico.

Dentro del lineamiento de la recopilación de la información se han planteado una serie de seis procesos internos que serán desarrollados según las limitaciones y facilidades de cada proyecto en particular. Este lineamiento prepara la investigación para iniciar con el siguiente lineamiento de análisis de efectos y causas del estado actual de las viviendas, donde se analizan cada uno de los efectos encontrados y se determinan las causas del deterioro en las viviendas del CHL tomando en cuenta los materiales propios de la estructura, los procesos constructivos, los agentes naturales (sismos principalmente) y teniendo en cuenta también la acción humana. Con toda esta información podemos hacer, en el siguiente lineamiento, un adecuado análisis de vulnerabilidad para el cual se propone un análisis desde distintos puntos: social, cultural, estructural, entre otros. Finalmente, en el último lineamiento se puede llegar a una conclusión del proceso de evaluación y diagnóstico al plantearse un mecanismo de actuación para el proyecto analizado.

Por otro lado, se sabe que los principales materiales empleados en la construcción de las viviendas del Centro Histórico de Lima fueron el adobe y la quincha, este sistema presenta varias deficiencias en temas estructurales como desplazamientos y esfuerzos que sobrepasan los límites que establece la norma. Principalmente, el adobe es un material que no tiene buena resistencia a flexión y cortante lo cual lo hace a estructura vulnerable ante los sismos frecuentes que ocurren en Lima; por ello, es necesario los procesos de evaluación y diagnóstico para determinar su nivel de vulnerabilidad y se puedan plantear intervenciones en busca de preservar el patrimonio.

Dada la necesidad de preservar el patrimonio y su respectivo valor es necesario se planteen técnicas de restauración y reforzamiento para dichas edificaciones. Estas intervenciones deben realizarse bajo el marco del respeto del valor de las edificaciones involucradas y acorde a lo estipulado en los tratados internacionales y leyes locales. En la presente investigación se plantearon algunas técnicas que han sido empleadas en intervenciones de edificaciones patrimoniales o que han sido autorizadas por entidades competentes en dichos términos. Cabe

resaltar que la viabilidad de cada una de estas dependerá de las condiciones singulares de cada proyecto de intervención por lo que su ejecución deberá ser llevada a cabo por profesionales debidamente capacitados y luego de una evaluación minuciosa de las necesidades del proyecto.

Finalmente, el Centro Histórico de Lima representa un gran valor histórico no solo para el Perú si no para el mundo; por ello, se requiere plantear una metodología para evaluar y diagnosticar los daños que las viviendas del CHL han sufrido a lo largo de los años para posteriormente iniciar proyectos de restauración y/o reforzamiento.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar R, Noel MF, Ramos LF (2019). “*Integration of reverse engineering and non-linear numerical analysis for the seismic assessment of historical adobe buildings*”. Autom Constr 98:1–15.
- AIS. 2004. “Manual Para La Rehabilitación de Viviendas Construidas En Adobe y Tapia Pisada.” *Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica* 90.
- Álvarez Rodríguez, O. (2003.). “*Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones*”. Monografía, La Paz, Bolivia.
- Arce D, Retamozo S, Aguilar R, Castañeda B (2016). “*A mixed methodology for detailed 3D modeling of architectural heritage*”. In: Proceedings of the 10th international conference on structural analysis of historical constructions (SAHC): anamnesis, diagnosis, therapy, controls. Leuven, Belgium, 13–15 September 2016. CRC Press, Boca Raton, p 104.
- Bosiljkov V, Uranjek M, Žarnić R, Bokan-Bosiljkov V (2010). “*An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures*”. J Cult Heritage 11(3):239–249
- Briceño, C., Noel, M. F., Chácará, C., & Aguilar, R. (2021). “*Integration of non-destructive testing, numerical simulations, and simplified analytical tools for assessing the structural performance of historical adobe buildings*”. Construction and Building Materials, 290, 123224.
- Bromley, J. y Barbagelata, J. (1945) *Evolución urbana de la ciudad de Lima*. Lima: Concejo Provincial de Lima.
- Cancino, C., Farneth, S., Garnier, P., Neumann, J. V., & Webster, F. (2009). *Estudio de daños a edificaciones históricas de tierra después del terremoto del 15 de agosto del 2007 en*

Pisco, Perú.

Carbajal, Fabio, Gaby Ruiz, and Cliff J. Schexnayder. 2005. "Quincha Construction in Perú."

Practice Periodical on Structural Design and Construction 10(1):56–62. doi: 10.1061/(asce)1084-0680(2005)10:1(56).

Catalán Quiroz, Policarpo, Jatziri Yunuén Moreno-Martínez, Arturo Galván, and Roberto Arroyo Matus. 2019. "Obtención de Las Propiedades Mecánicas de La Mampostería de Adobe Mediante Ensayes de Laboratorio." *Acta Universitaria* 29(May):1–13. doi: 10.15174/au.2019.1861.

Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), Fondo del Reconstrucción del Sur (FORSUR), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), y World Bank. "Informe final del estudio de microzonificación sísmica y zonificación de peligro de tsunami en las ciudades de Chíncha Baja y Tambo de Mora." Lima: CISMID, 2008. <http://www.cismid-uni.org/redacis/articulos.php>.

Chanfón Olmos, C. (1979). "*Problemas Teóricos en la Restauración (Paquete didáctico)*". Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete".

Clemente, R. 2006. *Análisis Estructural de Edificios Históricos Mediante Modelos Localizados de Fisuración*. 1st ed. Barcelona, España: CENTRO INTERNACIONAL DE MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA.

Congreso, Comisión permanente del. 2004. *Ley N° 28296: Ley General Del Patrimonio Cultural de La Nación*. Peru.

Copaira, María. 2015. Intervenciones en los monumentos históricos del Centro Histórico de Lima: Un análisis de la metodología aplicada en la campaña "Adopte un Balcón". *Devenir: Universidad Nacional de Ingeniería. Vol 2. pp 63-78*.

- Correia, Mariana. 2007. "Teoría de La Conservación y Su Aplicación Al Patrimonio En Tierra." *Apuntes: Revista de Estudios Sobre Patrimonio Cultural - Journal of Cultural Heritage Studies* 20(2):202–19.
- Cuadra, C. H., T. Saito, and C. Zavala. 2012. "Dynamic Characteristics of Traditional Adobe-Quincha Buildings in Peru." *15 Wcee*.
- Cultura, Ministerio de. 2011. *Lineamientos de Política Para La Recuperación de Los Centros Históricos de Colombia*. Bogota, Colombia.
- Diaz, A. (1984). "*Sistema Constructivo Quincha Prefabricada*". Instituto Nacional de Investigacion y Normalizacion de la Vivienda: ININVI, Peru.
- Estacio, J., Zevallos, A., & Abad, C. (2010). *Analisis de vulnerabilidad ante sismos del centro historico de lima como parte del componente de vulnerabilidad para la construccion de escenario sismico*.
- Esquivel Fernández, Yhosimi Washington. 2009. "Sistemas De Refuerzo Estructural En Monumentos Historicos De La Región Cusco." Test 1–125.
- Feilden, Bernard M. 2003. "Conservation of Historic Buildings." *International Journal of Engineering Research*
- Gatti, Fabio. 2012. "Arquitectura y Construcción En Tierra. Estudio Comparativo de Las Técnicas Contemporáneas En Tierra." *Universidad Politécnica de Catalunya* 101.
- Gernot, M. (2010). *Manual de construcción en tierra, La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Ediciones EcoHabitar; Teruel, España.
- Gregorczyk P, Lourenço PB (2000). "*A review on flat-jack testing*". Engenharia Civil
- Gómez, Javier, Camilla Mileto, Fernando Vegas, and Lidia García. 2014. "Procesos Patológicos En Muros de Adobes." *Universidad Politécnica de Valencia*, 10.

- Gutierrez Aliaga, Lourdes Margarita Claver, and Mercedes Tatiana Manco Rivera. 2006. "Características Sísmicas de Las Construcciones de Tierra En El Perú. Contribución a La Enciclopedia Mundial de Vivienda. Tesis Pregrado." 1–125.
- Hayakawa, Jose. 2012. *Restauo UNI: Breve Antologia de Textos de Restauracion Del Patrimonio Monumental Edificado*. 1era edici. Lima.
- ICOMOS. n.d. *CARTA INTERNACIONAL SOBRE LA CONSERVACION Y LA RESTAURACION DE MONUMENTOS Y SITIOS (CARTA DE VENECIA 1964)*.
- ININVI (1989), "Construcción con Tapial", Convenio ININVI – PUCP, Lima.
- International Council on Monuments and Sites. 2003. "Restauración De Las Estructuras Del Patrimonio Arquitectónico." 4ª Asamblea General Del ICOMOS, En Victoria Falls, Zimbabwe 1–4.
- Jebara T, Azarbajani A, Pentland A (1999). "3D structure from 2D motion". IEEE Sig Process Mag 16(3):66–84.
- Kordatos EZ, Exarchos DA, Stavrakos C, Moropoulou A, Matikas TE (2013). "Infrared thermographic inspection of murals and characterization of degradation in historic monuments". Constr Build Mater 48:1261–1265.
- Kuroiwa, J. 1972. "Quincha como material de construcción". *Universidad Nacional de Ingeniería*.
- Kuroiwa J., Díaz A. «Viviendas Sismo-resistentes en Base a Paneles Prefabricados de Quincha». Resumen. Seminario Latinoamericano de Construcciones con Tierra en Áreas Sísmicas. Lima, 1983.
- Kylili A, Fokaidis PA, Christou P, Kalogirou SA (2014). "Infrared thermography (IRT) applications for building diagnostics: a review". Appl Energy 134:531–549.
- López, R, O De la Torre, A Salazar y J Roldán (2001), "Comportamiento de la reparación

estructural de edificaciones históricas en el estado de Puebla”, *Memorias del XIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Guadalajara, Jalisco.

Malhotra VM., Carino NJ. (1991). "*CRC handbook of nondestructive testing of concrete*". CRC Press, Boca Raton, Florida.

Ministerio de vivienda. 2010. "Edificaciones Antisísmicas de Adobe." *Manual de Construcción/Edificaciones Antisísmicas de Adobe* 36.

Miranda L, Cantini L, Guedes J, Binda L, Costa A (2013). "*Applications of sonic tests to masonry elements. The influence of joints on the velocity of propagation of elastic waves*".

Niglio, Olimpia, and William Valencia. 2014. "Reducción Del Riesgo Sísmico Para El Patrimonio Arquitectónico Una Comparación Entre Colombia y Japon." *APUNTES*, 106–23.

Ottazi, Gianfranco. 1981. "Investigación Comparativa sobre la Resistencia del Adobe". *Congreso Nacional de Ingeniería Civil*.

Páez Moreno, Diego, and Javier Hernandez Delgadillo. 2005. "Metodología Para El Estudio de La Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones." *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 7.

Peñaranda, Ligia. 2011. *Manual Para La Conservación Del Patrimonio Arquitectónico Habitacional de Sucre*. Sucre, Bolivia.

Piqué, J. 1992. "Comportamiento de muros de quincha y su metodología de diseño". *Universidad Nacional de Ingeniería*.

Pochi, A.; Testa, E.; Plana, M.; & Fábrega, M. 2015. "Técnicas de Restauración Para Edificios Patrimoniales Rurales de Tierra." Pp. 1–14 in. San Juan.

Prieto Sánchez, Roberto, and Julio Vargas Newman. 2014. "Fichas Para La Reparación De Viviendas De Adobe." *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento* 92.

Prolima. 2019. "I. Lineamientos." en *Plan Maestro del Centro Histórico de Lima*. Lima, Peru.

Prolima. 2019. "II. Diagnóstico." P. 592 en *Plan Maestro del Centro Historico de Lima*. Lima, Peru.

Quiun, Daniel; Zegarra Luis, Giesecke Alberto 2008. "*Comportamiento de las viviendas de adobe reforzadas ante el sismo de Pisco*". Lima: Departamento de Ingeniería, Sección ingeniería civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, 20 09, (DI – SIC – 2008 – 03)

RNE. 2006. *Norma A.140: Bienes Culturales Inmuebles*. Peru.

Sampaolesi, P (1972). Conservation and restoration: operational techniques. En: Preserving and restoring monuments and historic buildings. Paris, Francia: UNESCO. (Museums and Monuments XIV)

Sanchez, M. (16 de agosto del 2022). "¿Todos los bienes inmuebles del Patrimonio Cultural de la nación deben tener las mismas restricciones al derecho de propiedad?". Rubio Leguia Normand. <https://rubio.pe/publicacionescont/todos-los-bienes-inmuebles-integrantes-del-patrimonio-cultural-de-la-nacion-deben-de-tener-las-mismas-restricciones-al-derecho-de-propiedad/>

Sansalone M, Carino NJ, Hsu NN (1987). "*A finite element study of transient wave propagation in plates*". J Res National Bur Stan 92(4):267–278

Tejada, U. 2001. "Buena tierra: apuntes para el diseño y construcción con adobe: consideraciones sismorresistentes" *Editorial: CIDAP*.

Terán B, José Antonio. (2004). "*Consideraciones que Se Deben Tenerse en Cuenta para La Restauración Arquitectónica*" *Revista Conserva* N°8. Chile.
http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_631.pdf

Torrealva, Daniel, and Antonio Blanco. 2002. "La Intervención Estructural En Monumentos Históricos. El Caso de La Reconstrucción de La Catedral de Arequipa."

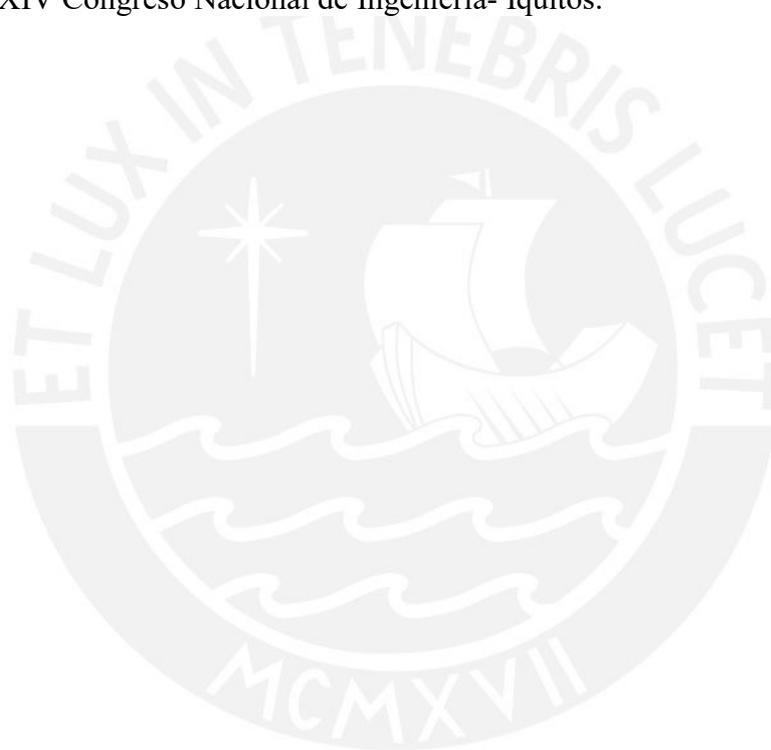
Van Riel S (2016). "*Exploring the use of 3D GIS as an analytical tool in archaeological excavation practice*". Lund University, Suecia.

Vargas, J , Blondet, M. 1984. "Resistencia Sísmica de la Mampostería de Adobe" *Congreso Nacional de Ingeniería Civil*.

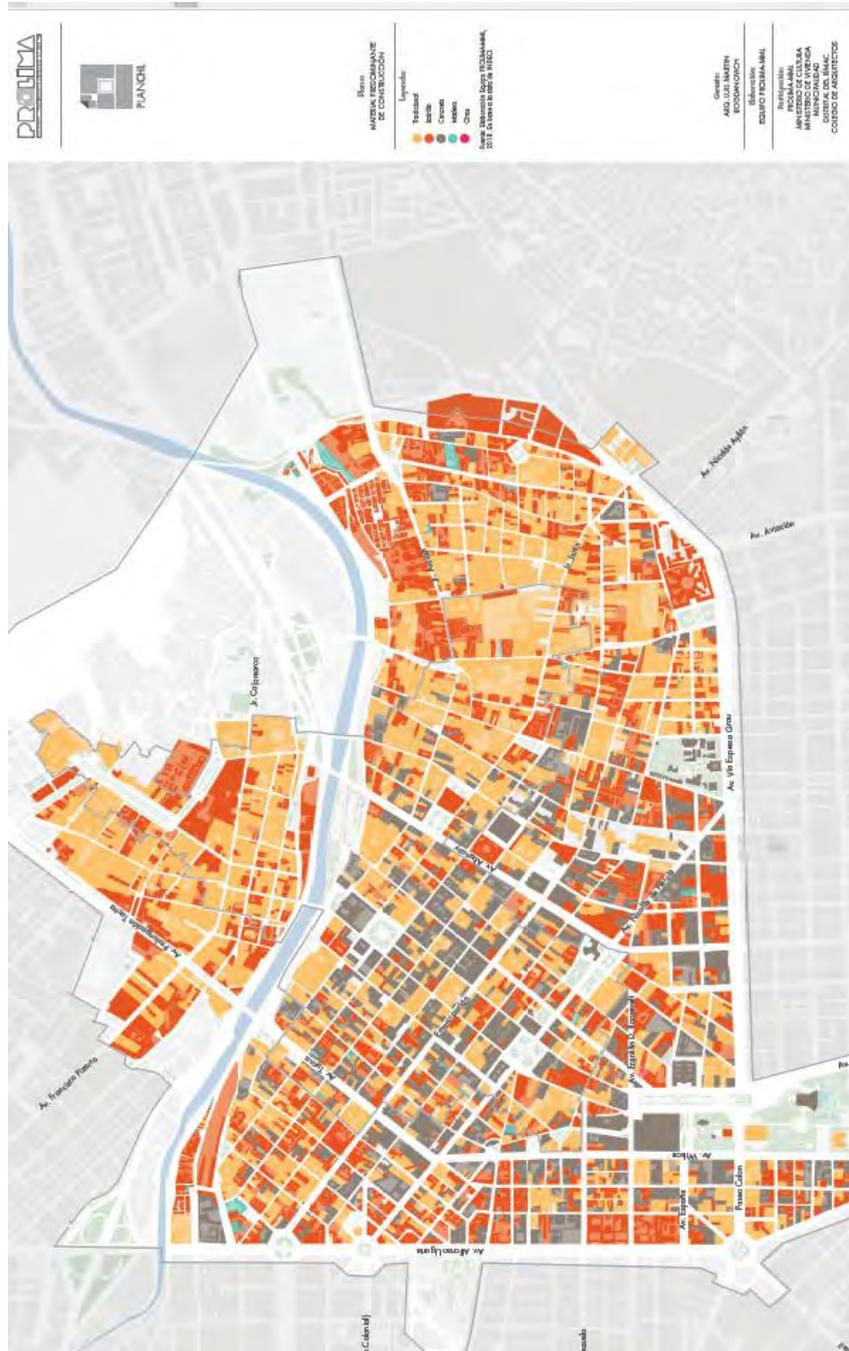
Varum, H., Parisi, F., Tarque, N., & Silveira, D. (Eds.). (2021). “*Structural Characterization and Seismic Retrofitting of Adobe Constructions*”. Building Pathology and Rehabilitation.

Zavala Toledo, L., Lavado Durand, C., García Martínez, E., Espinoza, C., Reyes Vasallo, M. del P., Morales Soto, R., Sato Onuma, J., Garcia Villafuerte, A., Rojas Perez, W., Ruiz, V., & Salazar, R. (2013). *Estudio de vulnerabilidad sísmica: estructural, no estructural y funcional del instituto nacional materno perinatal - informe técnico final*

Zavala Toledo, L., Vasquez Chicata, L., Salias Basualdo, R., Proaño Tataje, R., & Huaco Cardenas, G. (2003). *Experiencias recientes de evaluación estructural de edificaciones históricas*. XIV Congreso Nacional de Ingeniería- Iquitos.

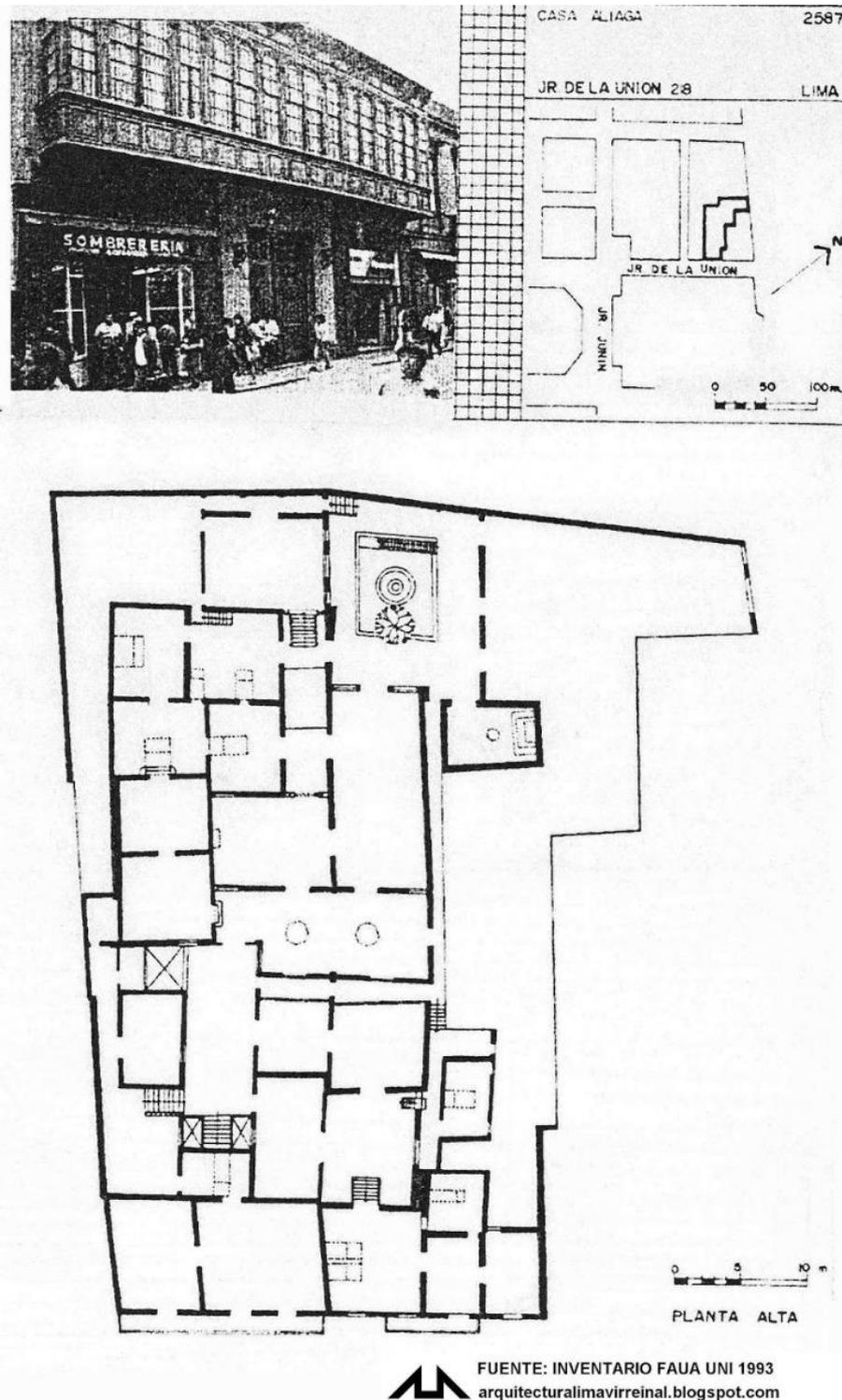


ANEXO 3 - MATERIALES DE CONSTRUCCION



Tomado de: Plan Maestro del CHL (2019).

ANEXO 5- VISTA DE PLANTA DE LA CASA ALIAGA



Tomado de <http://arquitecturalimavirreinal.blogspot.com/2012/01/100.html>

ANEXO 6- VISTA DE PLANTA DE LA CASA RIVAGUERO



FUENTE: INVENTARIO FAUA UNI 1983
arquitecturaimavirreinal.blogspot.com

Tomado de <http://arquitecturaimavirreinal.blogspot.com/2012/01/72.html>

