



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

**REHABILITACION ENERGETICA DE EDIFICACIONES PATRIMONAILES
RESIDENCIALES EN CHILE: PABELLONES DE LOTA.**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

AUTOR: SUSAN AGURTO LÓPEZ
Arquitecto

PROFESOR GUÍA: Dra. BEATRIZ PIDERIT MORENO
PhD. Universidad Católica de Lovaina

PROFESOR CO-GUÍA: Dr. GEOFFREY VAN MOESEKE. UCL.
PhD. Universidad Católica de Lovaina

CONCEPCION, 2018

Resumen.

En Chile progresivamente ha ido aumentando la preocupación y valoración del patrimonio cultural tangible e intangible lo que ha sido potenciado por eventos catastróficos que obligan a mirar y cuestionar el valor de la identidad y su aporte medioambiental. En los últimos 8 años se han realizado cambios significativos en la puesta en valor del patrimonio modesto constituido por inmuebles que no necesariamente poseen protección legal, pero que generan un aporte significativo de valor intangible a través del reconocimiento de formas de habitar, costumbres, tradiciones e historias no sólo en la ciudad, sino que también en sectores rurales. Bajo este foco ha sido posible la rehabilitación de viviendas de data antigua con sistemas constructivos diversos entre ellos, adobe, fardos de paja, albañilería y madera. Sin embargo, la intervención de este tipo de inmuebles requiere un tratamiento específico y complementario a los criterios que actualmente se aplican, que aborde su valor cultural y también incorpore la adecuación a estándares energéticos actuales. La norma al respecto en Chile aborda sólo un componente térmico, excluyendo otros criterios de confort en las viviendas como la calidad del aire interior, la iluminación natural y la autogeneración de energía. Sin embargo, siendo ésta una necesidad actual, no existe una herramienta específica que permita abordar la rehabilitación de estos inmuebles considerando el mejoramiento energético, en armonía con el valor de elementos y atributos patrimoniales. Esta investigación desarrolla una metodología que logre compatibilizar los valores patrimoniales y energéticos para definir escenarios de intervención en la rehabilitación energética de viviendas patrimoniales con un estándar de alto rendimiento energético en Chile. El estudio se estructura en base a la identificación de estándares y criterios a nivel nacional e internacional con Bélgica, definición de una metodología, validación de la metodología sobre un caso base en la ciudad de Lota, Chile y propone criterios de diseño que guíen la rehabilitación patrimonial energética en Chile. En base a lo anterior, se definen procedimientos y pautas para la valoración de elementos patrimoniales, la evaluación energética y la integración de ambos ámbitos determinado el grado de compatibilidad que permita definir escenarios de intervención con alto rendimiento energético. Por último, se establecen propuestas para alcanzar la rehabilitación energética de edificaciones patrimoniales residenciales en Chile bajo estándares de alto rendimiento energético identificando brechas y oportunidades.

Palabras claves: Rehabilitación Energética de Edificios Patrimoniales, Edificios Bajo Consumo, Net Zero, Passivhaus, Confort, Valores Patrimoniales.

Abstract.

In Chile progressively has been increasing concern and appreciation of tangible and intangible cultural heritage which has been enhanced by catastrophic events that require us to look and question the value of identity and its environmental contribution. In the last 8 years significant changes have been made in the value of the modest patrimony constituted by heritage buildings that does not necessarily have legal protection, but that generate a significant contribution of intangible value through the recognition of ways of living, customs, traditions and histories not only in the city, but also in rural sectors. Under this focus, it has been possible to renovate old houses with diverse construction systems, adobe, bales of straw, masonry and wood. However, the intervention of this type of buildings requires a specific and complementary treatment to the criteria that are currently applied, which addresses its cultural value and also incorporates the adaptation to current energy standards. The standard in this regard in Chile only addresses a thermal component, excluding other comfort criteria in homes such as indoor air quality, natural lighting and energy self-generation. However, this being a current need, there is no specific tool to address the rehabilitation of these properties considering the improvement of energy, in harmony with the value of elements and heritage attributes. This research develops a methodology that achieves the compatibility of heritage and energy values to define intervention scenarios in the energy rehabilitation of heritage homes with a high energy efficiency standard in Chile. The study is structured based on the identification of national and international standards and criteria with Belgium, definition of a methodology, validation of the methodology on a base case in the city of Lota, Chile and proposes design criteria to guide the rehabilitation energy heritage in Chile. Based on the above, procedures and guidelines are defined for the valuation of heritage elements, the energy evaluation and the integration of both areas determined the degree of compatibility that allows defining intervention scenarios with high energy efficiency. Finally, proposals are established to achieve the energy rehabilitation of residential heritage buildings in Chile under high energy efficiency standards, identifying gaps and opportunities.

Keywords: Energy Rehabilitation of Heritage Buildings, Low Consumption Buildings, Net Zero, Passivhaus, Comfort, Patrimonial Values.

Índice

Tabla de contenido

| | |
|--|--|
| CAPITULO I. CONTEXTO. | 5 |
| 1.1 | Formulación general del problema. 5 |
| 1.2 | Relevancia del problema. 8 |
| 1.3 | Objetivo general. 9 |
| 1.4 | Objetivos específicos. 9 |
| 1.5 | Preguntas de investigación. 9 |
| 1.6 | Hipótesis. 10 |
| 1.7 | Marco teórico. 10 |
| 1.8 | Conceptos y definiciones generales en Chile. 10 |
| 1.9 | Definiciones europeas de conceptos energéticos asociados al alto rendimiento energético. 11 |
| 1.10 | Concepto de Patrimonio en Chile. 14 |
| 1.11 | Metodología. 15 |
| CAPITULO II. ANTECEDENTES GENERALES Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE. | 17 |
| 2.1 | Rehabilitación energética patrimonial en Chile. 17 |
| | <i>Documentos indicativos.</i> 17 |
| 2.1.1 | Política nacional de desarrollo Urbano. 17 |
| 2.1.2 | Estrategia Regional de Desarrollo 2015-2030 Región del Biobío. 19 |
| 2.1.3 | Sistema de Calificación Energética de viviendas en Chile. 19 |
| 2.1.4 | Desafío Construye Solar. 21 |
| 2.1.5 | Rehabilitación Energética de Viviendas en Coyhaique. 21 |
| 2.1.6 | Subsidios de Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF). 22 |
| 2.1.7 | Artículo 4.1.10 de la OGUC. 23 |
| 2.1.8 | “Ley Netbilling”. 24 |
| 2.1.9 | Artículo 60° LGUC. 25 |
| 2.1.10 | Plan Regulador Comunal de Lota. 25 |
| 2.1.11 | Consejo de Monumentos Nacionales. 25 |
| 2.2 | Rehabilitación energética patrimonial en Bélgica. 28 |
| | <i>Definiciones de vivienda baja energía en Bélgica.</i> 28 |
| 2.2.1 | Estándar Passivhaus. 29 |
| 2.2.2 | Edificio Energía Neta Cero - NZEB. 30 |
| 2.2.3 | Edificio energía cercana a 0, Nearly Zero Energy Buildings - nZEB. 30 |
| 2.2.4 | Edificios Bajo Energía. 30 |
| 2.2.5 | Edificios muy Baja Energía. 30 |
| 2.2.6 | DIRECTIVAS EUROPEAS EN EL AMBITO PATRIMONIO Y ENERGIA. 31 |
| 2.2.7 | PEB: Building Energy Performance. 35 |
| 2.2.8 | Patrimonio Cultural en Europa. 39 |

| | | |
|---|---|------------|
| 2.3 | Marco presupuestario en Chile..... | 40 |
| CAPITULO III. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES..... | | 42 |
| 3 | | 42 |
| 3.1 | METODOLOGIA DE EVALUACION PATRIMONIAL - ENERGETICA..... | 42 |
| 3.2 | ANALISIS INTEGRAL PATRIMONIAL – ENERGÉTICO..... | 43 |
| 3.2.1 | Histórico-Cultural. | 43 |
| 3.2.2 | Urbano..... | 44 |
| 3.2.3 | Arquitectónico patrimonial. | 49 |
| 3.2.4 | Evaluación Energética del inmueble. | 54 |
| 3.3 | DIAGNOSTICO INTEGRADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES. | 55 |
| 3.3.1 | Diagnóstico Energético..... | 55 |
| 3.3.2 | Diagnóstico Patrimonial. | 56 |
| 3.3.3 | Identificación del Marco de Trabajo de la rehabilitación..... | 57 |
| 3.4 | ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN. | 57 |
| 3.4.1 | Compatibilidad de valores Patrimoniales-Energéticos. | 57 |
| 3.4.2 | Definición de escenarios. | 58 |
| 3.5 | VALIDACIÓN FINAL. | 62 |
| CAPITULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL CASO DE ESTUDIO..... | | 63 |
| 4.1 | ANÁLISIS INTEGRAL PATRIMONIAL - ENERGÉTICO. | 63 |
| 4.1.1 | Histórico-Cultural. La ciudad histórica de Iota. | 63 |
| 4.1.2 | Urbano..... | 66 |
| 4.1.3 | Arquitectónico patrimonial. | 70 |
| 4.1.4 | Evaluación energética del inmueble. | 79 |
| 4.2 | DIAGNÓSTICO INTEGRADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES. | 88 |
| 4.2.1 | Diagnóstico Patrimonial. | 88 |
| 4.2.2 | Diagnóstico energético..... | 92 |
| 4.2.3 | Identificación del Marco de trabajo de la rehabilitación. | 93 |
| 4.3 | ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN. | 93 |
| 4.3.1 | Compatibilidad de valores patrimoniales y energéticos. | 93 |
| 4.3.2 | Definición de escenarios. | 97 |
| 4.4 | VALIDACION FINAL. | 105 |
| 4.5 | DEFINICION DE CRITERIOS PARA LA REHABILITACION ENERGETICA PATRIMONIAL RESIDENCIAL EN CHILE..... | 106 |
| CAPITULO V. CONCLUSIONES. | | 109 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 115 |
| GLOSARIO. | | 119 |
| ANEXOS..... | | 121 |
| | <i>ANEXO 1. Encuestas sociales aplicadas.</i> | 121 |

CAPITULO I. CONTEXTO.

Este capítulo aborda las temáticas que introducen a la investigación estableciendo un marco teórico, definiendo objetivos, el problema, preguntas de investigación, hipótesis, metodología, definiendo las oportunidades que representa el desarrollo de esta temática y su fundamentación.

1.1 Formulación general del problema.

Actualmente en nuestro país y a raíz de nuevas políticas públicas de desarrollo urbano y calidad de vida, ha ido en aumento la inversión privada y los planes y programas públicos con enfoque en la construcción de edificaciones sustentables de diversos equipamientos y en el sector residencial.

En la política Nacional de Desarrollo Urbano “Ciudades Sustentables y Calidad de Vida” del Ministerio de Vivienda y Urbanismo implementada el año 2014, se indican expresamente ámbitos temáticos a trabajar en coherencia con el cuidado medioambiental y puesta en valor del patrimonio, lo que corresponden a: Equilibrio Ambiental e Identidad y Patrimonio.

En Chile la puesta en valor del Patrimonio es un tema reciente y sensible. Debido a la gran cantidad de catástrofes naturales que acontecen en el país, la mantención del patrimonio tangible es una tarea compleja y en muchas ocasiones ha quedado sólo el recuerdo en la memoria colectiva transmitida a través del relato de generación en generación.

La ciudad de Lota, ha sido a nivel regional y nacional un ejemplo del Patrimonio Industrial Carbonífero y de intentos de su preservación. Este asentamiento costero, nace por la instalación de la industria y su planificación urbana y tipología arquitectónica responden a patrones extranjeros principalmente ingleses, adaptados al territorio.

El complejo Industrial carbonífero, tiene una forma de vida propia, siguiendo prototipos de campamentos mineros ingleses, modelo evolucionado mediante la incorporación de estructuras de albañilería de ladrillo, posterior al terremoto de 1939. La precariedad de los pabellones, los que en un inicio no contaban con agua potable, obligó a compartir espacios comunitarios como hornos, lavaderos y piletas de agua, lo que originó estrategias de organización que hicieron a los mineros de Lota desarrollar una profunda identidad, la que permanece hasta hoy.

Lota es una ciudad vulnerable de la región del Biobío, con un alto índice de cesantía y pobreza. En este sentido al proponer un mejoramiento de la confortabilidad de las viviendas, debemos considerar la sustentabilidad en la etapa de operación, debido a las condiciones económicas de los habitantes.

Las viviendas objeto de estudio, forman parte de un conjunto de viviendas colectivas mineras incluidas en un área protegida legalmente que posee un alto valor Patrimonial en Lota Alto, ubicadas en el eje Carlos Cousiño. Destaca por sus proporciones horizontales que refuerza la espacialidad longitudinal de la calle Carlos Cousiño.

Este conjunto de viviendas colectivas con corredor se estructura en dos niveles en albañilería y madera y techumbre de acero galvanizado.

Producto del terremoto del año 2010, muchas viviendas patrimoniales en Lota fueron reparadas a partir del Plan de Reconstrucción impartido por el gobierno de turno. La restauración consistió en reponer los elementos estructurales y de fachadas dañados por el sismo, mejorando además las condiciones térmicas de la envolvente. Estas condiciones por norma están dispuestas en el cumplimiento del artículo 4.1.10 de la OGUC, que entró en vigencia en 2008. Pero hoy sabemos que este tipo de mejoramiento no es suficiente para alcanzar condiciones de confort requeridas en el clima de la región y que tampoco mejoran todas las condiciones de salubridad de las viviendas.

Las viviendas SERVIU (Servicio Nacional de Vivienda) en Lota son pequeños espacios en donde por el uso aún se genera hacinamiento que empeoran la calidad de vida de las personas. Existen problemas de ventilación, infiltraciones, aislación y confort acústico.

Por otra parte, en el contexto político, luego del terremoto 27F, el gobierno impulsó la adaptación de programas habitacionales existentes post terremoto, lo que permitió implementar rápidas soluciones programas de reparación y reconstrucción post terremoto de viviendas patrimoniales a través del Subsidio Patrimonial especial (UF adicionales sobre subsidios tradicionales) para viviendas identificadas como viviendas patrimoniales. Tuvieron como finalidad principal conservar las fachadas continuas y el paisaje urbano.

De igual forma, el gobierno ha impulsado el mejoramiento de las condiciones térmicas y energéticas de las viviendas. Para ello desarrollo un plan que implementó un Sistema de

Calificación Energética de viviendas en Chile, el que entrará en vigencia en 2018. Actualmente se someten a evaluación todas las viviendas sociales y las viviendas privadas voluntariamente, que requieran una calificación energética.

Desde el año 2015 se implementó el desafío Construye Solar, que invita a universidades a diseñar y construir un prototipo de vivienda social sustentable. El encargo consiste en diseñar una vivienda social con alto rendimiento energético y la incorporación de energías renovables no convencionales cuya construcción pudiera ser costeadada a través del marco presupuestario de destinado a la construcción de una vivienda social que aborda los UF 625.

Existen, además, subsidios especiales de Mejoramiento de viviendas (PPPF título II), como el de Acondicionamiento Térmico de Viviendas o el de Innovación de eficiencia energética a través de colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otros similares, entre otros, con montos de 100 a 200 UF.

Por otra parte, surge recientemente el Programa Piloto de Rehabilitación Energética de Viviendas en Coyhaique. Este programa es parte de un convenio mediante el cual, el Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente y Vivienda, trabajan acciones conjuntas, para cuantificar los beneficios en eficiencia energética, generar información disponible para la población, reducir las emisiones contaminantes y a reducir el consumo de energía para calefacción.

Por tanto, en nuestro país hoy en día es necesario profundizar y aportar soluciones a la deficiencia energética que presentan las viviendas históricas que se encuentran en una situación de pobreza energética y segregación de los estándares de confort y medio ambientales que se están implementando. Entonces, es fundamental equilibrar los valores de energía y patrimonio. Para ello se hace necesario construir el concepto de energía histórica y la gestión energética y una metodología para la reconversión o modernización energética del patrimonio construido.

La reciente declaración de Zona Típica (Decreto N°232 del 22 de mayo 2014) para Lota Alto, sin lugar a dudas abre una oportunidad para la protección de sus valores sociales, económicos, urbanos y arquitectónicos. Por otra parte, el cambio por el cierre de las minas en 1997, obliga a la reconversión económica lotina, presentándose también un escenario favorable para el rescate patrimonial y la instalación de una actividad turística sustentable.

1.2 Relevancia del problema.

Los criterios de mejoramiento de edificaciones patrimoniales implementados actualmente en nuestro país son tradicionales, es decir aplican en la misma forma que aplicaría a una vivienda antigua no protegida, por tanto, no se han especializado en rehabilitación de edificaciones con enfoque en un alto rendimiento energético. La información disponible para análisis de esta tipología de edificación protegida por norma es escasa o nula y limita la intervención e innovación de nuevas propuestas constructivas y de ahorro energético.

Por tanto, el problema se define como la ausencia de estrategias de diseño para la rehabilitación energética de edificaciones patrimoniales con enfoque cero energías en Chile.

La Rehabilitación de edificios es un rubro que tiene mucho valor agregado, entre ellos: ahorro del gasto energético, reducción del impacto ambiental, promueve la independencia energética del exterior, así como la pobreza energética, permite incorporar tecnologías avanzadas, promueve la actividad económica del país y el uso de los cascos urbanos antiguos.

Desde el punto de vista cultural, como se ha mencionado luego del terremoto 27F gran parte del Patrimonio fue destruido, entonces qué pasará con la historia y la identidad si no somos capaces de mantener vivo el patrimonio. Esta es la importancia de resguardar los que nos queda, el patrimonio de personas, historias, espacios públicos y edificios, gracias a ellos recordaremos que fuimos y porque somos así en la actualidad.

De igual forma otro beneficio específico es el aportar un modelo de un sistema energético independiente, que neutralice los gastos energéticos de edificaciones patrimoniales y que permitan contar con una fuente de producción energética independiente en caso de catástrofes, dando la opción de aportar a un sistema colectivo. Así como el disminuir los costos de operación y mantención de las edificaciones patrimoniales, aportando al sistema económico de las familias vulnerables y al país en general, disminuyendo la pobreza energética.

1.3 **Objetivo general.**

El objetivo general de la investigación es desarrollar una metodología que permita compatibilizar los valores patrimoniales y energéticos para definir escenarios de intervención que permitan obtener una solución de rehabilitación energética en viviendas patrimoniales con alto rendimiento energético, sobre la base de un caso en la ciudad de Lota, región del Biobío Chile.

1.4 **Objetivos específicos.**

1. Identificar los estándares y criterios aplicados en la rehabilitación energética patrimonial residencial a nivel nacional e internacional en base al caso de Bélgica.

2. Definir una metodología de análisis basada en criterios patrimoniales y energéticos que guíen la intervención de la Rehabilitación Patrimonial de alto rendimiento energético en Chile, para la mejora de la eficiencia energética, condiciones de confort y salubridad acercándose a un balance energético de la vivienda patrimonial.

3. Validar la metodología propuesta, aplicada a un caso de estudio denominado “Pabellón 49” en la ciudad de Lota. A través de esta validación de la metodología para la rehabilitación patrimonial en el caso de estudio, se desarrolla una propuesta de diseño arquitectónico que responda a un alto desempeño energético y que sea compatible con los valores patrimoniales del inmueble.

4. Proponer criterios de diseño que guíen la rehabilitación energética patrimonial residencial en Chile permitiendo la inclusión de las condiciones nacionales e integrando los valores del ámbito patrimonial y energético que deberían estar presentes para alcanzar edificios patrimoniales residenciales de alto rendimiento energético.

1.5 **Preguntas de investigación.**

¿Cómo debe ser una metodología de evaluación para lograr acercarnos a un estándar de alto rendimiento energético en edificaciones patrimoniales en Chile?

¿Qué criterios o estrategias de intervención requiere el diseño arquitectónico de la Rehabilitación energética de una vivienda en Chile?

¿Es posible obtener un alto desempeño energético en viviendas patrimoniales con intervenciones que no modifiquen sus valores patrimoniales?

1.6 **Hipótesis.**

En Chile las ciudades con patrimonio histórico necesitan renovación de su arquitectura residencial que permita su protección en el tiempo. Esta mejora hoy en día demanda adecuarse a las necesidades y criterios energéticos y medioambientales que demandan nuestras ciudades, por tanto, se plantea que es posible implementar en Chile Rehabilitación Energética Patrimonial Residencial (REPR), sin alterar sus valores patrimoniales, a un costo accesible, baja tecnología y bajo estándares de confort y salubridad de alto rendimiento energético.

1.7 **Marco teórico.**

Los conceptos específicos dentro de los que se enmarca la investigación abarcan dos ámbitos: Energía y Patrimonio, pero también existen conceptos generales bajo los cuales se trabajarán las estrategias de diseño y propuesta de intervenciones, los que se definen a continuación.

1.8 **Conceptos y definiciones generales en Chile.**

Para poder comprender la acción que se investiga es necesario definir el concepto de Rehabilitación en nuestro país. Esta definición la encontramos en la legislación a través de su O.G.U.C en sus Artículos 1.1.2 de la OGUC y 5.1.4, en donde diferencia las acciones de modificación sobre una edificación y define '**Rehabilitación de un inmueble**'. En ellas podemos distinguir las que buscan resguardar las condiciones originales de la vivienda sin generar modificaciones volumétricas ni estructurales como la restauración, así como las adecuaciones a nuevos usos sin modificaciones importantes en fachadas o elementos con valor arquitectónico denominadas remodelaciones. Para este estudio se entenderá rehabilitación de un inmueble como la intervención que tiene por finalidad la recuperación o puesta en valor de la construcción a través de intervenciones que mejoran las características funcionales, estéticas, estructurales y de habitabilidad o confort, sin perjudicar las condiciones valoración arquitectónica originales.

Por otra parte, el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) ha establecido en su normativa, definiciones que aplican sobre zonas típicas o pintorescas. Dentro de estas definiciones se encuentran intervenciones que implican ejecución de obras, conservación, reciclaje y ampliación.

Tanto la conservación, la preservación y la restauración y reconstrucción, buscan la mantención o recreación de los elementos de valoración de un inmueble. A la vez se define la intervención de **reciclaje o acondicionamiento** como obras necesarias para la adecuación de un inmueble a nuevos usos, mejorando las condiciones de habitabilidad, permitiendo modificaciones interiores en la distribución, nuevos usos, sustitución de estructuras de cubierta, manteniendo su envolvente exterior y estructura básica original. Entre las definiciones se permiten las ampliaciones realizadas para el aumento del volumen de las edificaciones en número de pisos o aumento de alturas existentes.

En este caso, las definiciones del Concejo de Monumentos Nacionales no incluyen el concepto de Rehabilitación, pero permiten generar mejoras interiores, exteriores y ampliación de los inmuebles protegidos.

1.9 **Definiciones europeas de conceptos energéticos asociados al alto rendimiento energético.**

Para una correcta comprensión del objetivo de la investigación es necesario definir el concepto de baja energía, Net Zero Energía y nearly Zero Energía, o traducida al español, energía neta cero y energía cercana a 0. En Europa la definición de este concepto ha sido ampliamente discutido desde que fue adoptado por la Comisión Europea que data del año 2010, incluyéndolo dentro de las exigencias de la normativa europea, la que se indica que todos los edificios nuevos deberán ser energía casi nula para el año 2021. Por tanto, existen disponibles muchas definiciones, aunque actualmente aún están en discusión.

Existen varias definiciones de net cero energías, como mencionábamos anteriormente, estas han ido cambiando y aún están en discusión. Todas ellas buscan definir el comportamiento energético esperado en las edificaciones, entre estas: energía pasiva, baja energía y energía cero, las que se desarrollan más adelante.

En Chile no existen precedentes que definan o trabajen con este concepto, siendo las experiencias nacionales más cercanas la aplicación de estándares Passivhaus en proyectos privados. Este último, también de origen europeo por tanto se recurre a fuentes internacionales para la comprensión conceptual.

Algunos autores indican que la definición y objetivo del “cero neto energía” debe contextualizarse a las condiciones del clima específico de cada lugar, de acuerdo con el nivel de confort térmico

requerido, el que se define localmente a través de modelos estáticos o adaptativos, entendiendo que una edificación tiene un rendimiento energético distinto dependiendo en donde se emplace, por tanto, el concepto debe responder y contextualizarse a condiciones locales.

Una definición sencilla y de fácil comprensión de un edificio Net Zero Energía, sería un edificio que cuenta con un alto nivel de eficiencia energética y la fuente de abastecimiento energético que requiera proviene de energía renovables. De esta forma si realizamos la operación aritmética de la energía que consume la edificación y la restamos de la energía renovable que el edificio produce el resultado debe ser cero. Por tanto, el objetivo de todo diseño NZE, debe ser reducir al mínimo el uso de energía a través del diseño pasivo y eficiente del edificio y obtener la energía desde fuentes renovables. La incorporación de energías limpias ha sido más compleja de implementar en nuestro país, debido al elevado costo de adquisición de esta tecnología. Sin embargo, actualmente existen los avances que permitan su incorporación ya que las tecnologías constructivas y los sistemas de energía renovables se están haciendo cada vez más competitivos y factibles de utilizar en este tipo de edificios. El ministerio de energía ha implementado una fuerte campaña para la incorporación de las ERNC, uno de los resultados ha sido el aumento de la energía solar en el norte como fuente de energía, las plantas solares instaladas en Chile han aumentado un 86% desde 2014 a 2017 y sus datos indican que en 4 años más el 85% de los chilenos adquiriría paneles solares.

La eficiencia de los edificios NZE estará sometida inicialmente al cumplimiento de una serie de factores o ámbitos como el normativo, recomendaciones locales, certificaciones exigidas en cada zona, rendimiento energético si existiese, tasas de infiltración, optimización de la iluminación natural, etc.

En Bélgica, el concepto ha ido evolucionando desde la práctica y hoy sólo hay un pequeño número de edificios que cumplan con los criterios para ser llamados "Net Zero". La mayoría de estos edificios permanecen aún conectados a red eléctrica, permitiendo esto suplir la falta de energía en caso de que no sea suficiente lo aportado por los sistemas renovables. Al revés si la producción de energía excede al consumo, esta energía restante se puede redistribuir a la red pública.

De acuerdo con las definiciones establecidas en la **Directiva Europea 2010/31/ UE**: Edificio de consumo de energía casi nulo: es aquel edificio que debe cumplir con los dos criterios siguientes: El edificio debe tener un rendimiento energético muy alto; la cantidad de energía casi nula o muy

baja requerida debe cubrirse con energía procedente de fuentes renovables, que también se produce en el lugar o en las proximidades.

Al mismo tiempo plantea que cada país es libre de determinar sus propios estándares NZE, por ejemplo, cuanta energía debe consumir el edificio como máximo, qué tipo de fuentes de energía renovables están permitidas y la distancia máxima en donde se deben ubicar la generación de energía. Por tanto, el diseño de un edificio NZE va a ser distinto en cada país que forme parte de la Unión Europea. En Bélgica esta libertad también es aplicada a nivel regional. Es decir, ante un mismo tipo de clima, las regiones belgas, determinan distintas exigencias, por lo tanto, las propuestas de diseño de un edificio NZE, pueden ser distintas dependiendo si están ubicadas en Wallonia, Bruxelles o Vlaanderen. Por tanto, para ello cada región a dispuesto sus propias exigencias a través de las Performance Énergétique des Bâtiments (PEB) ó rendimiento energético de los edificios.

También existen diferencias en la fecha desde la que se aplica este estándar, por ejemplo, en Bruselas, el estándar de casa pasiva se aplica desde el 2015, en la región de Valonia se introdujo a partir de 2017 y en la región flamenca se usa el estándar NZE, en el cual el edificio debe tener un nivel E de E30 o inferior y cumplir con una serie de otros requisitos. El gobierno flamenco, sin embargo, evaluará el conjunto de requisitos cada dos años.

En la región de Bruselas, se aplican los estándares más exigentes. Las construcciones nuevas en esta región deben cumplir los siguientes criterios a partir del 1 de enero de 2015:

Tabla 1. Estándares PEB 2105, para construcciones nuevas en Bruselas. (Fuente: Elaboración propia en base a PEB Bruxelles). [24, 25]

| | |
|--|-------------------------------------|
| Calefacción neta | $\leq 15 \text{ kWh / m}^2$ por año |
| Riesgo de sobrecalentamiento (temperatura interior de más de 25°) | <5% del tiempo |
| Consumo de energía primaria | $\leq 45 \text{ kWh / m}^2$ por año |
| Densidad de aire | $n_{50} \leq 0.6$ volúmenes |
| (Sistema de transición hasta 2018). | |

Los estándares aplicables a la aislación de edificios nuevos están cambiando rápidamente. Actualmente, en Bruselas, las nuevas viviendas deben alcanzar un nivel de aislación, conocido como nivel K, inferior a 40. A partir de 2015, todos los edificios nuevos tendrán que ser "pasivos". Para el año 2021, se espera 'energía cero'. En Bélgica, la definición legal de "energía cero" se define así en el nivel federal que exige el cumplimiento de los requisitos de la casa pasiva y la compensación de la demanda de calefacción y refrigeración en el sitio por energía renovable. (Attia & Mlecnik)

1.10 Concepto de Patrimonio en Chile.

En nuestro país la protección oficial del patrimonio comienza en el año 1925 con la creación de la primera Ley de Monumentos Nacionales. Los encargados de la protección del patrimonio y la aplicación de esta ley son el Consejo de Monumentos Nacionales, organismo técnico del estado a cargo del Ministerio de Educación. En esta época su acción fue limitada sólo al reconocimiento y declaración del patrimonio histórico, arqueológico, monumental y a la inscripción de museos. Posteriormente el año 1970 se modifica esta ley y se crea la actual ley de monumentos nacionales ampliando su ámbito de acción a otro tipo de bienes protegidos e incorporando la escala urbana y del paisaje, como por ejemplo la declaración de zonas de conservación histórica.

La definición legal aplicada al ámbito de patrimonio, la encontramos entonces en Ley de Monumentos Nacionales N° 17.288 (1970), ejercida por El Consejo de Monumentos Nacionales de Chile y que define monumento nacional en su Título I, Artículo 1°. Para esta investigación se ha sintetizado lo referente a lugares e inmuebles lo que indica: - "Son monumentos nacionales y quedan bajo la tuición y protección del estado, los lugares, construcciones de carácter histórico o artístico y cuya conservación interesa a la historia, el arte o la ciencia; los monumentos.

En complementación, esta ley en su Título VI, art.29°y 30°, define también las exigencias de conservación de las características ambientales que deben cumplir los lugares declarados zonas típicas o pintorescas.

Artículo 29°. – "Para el efecto de mantener el carácter ambiental y propio de ciertas poblaciones o lugares donde existieren ruinas arqueológicas, o ruinas y edificios declarados Monumentos Históricos, el Consejo de Monumentos Nacionales podrá solicitar se declare de interés público la

protección y conservación del aspecto típico y pintoresco de dichas poblaciones o lugares o de determinadas zonas de ellas”.

Artículo 30°. - La declaración que previene el artículo anterior se hará por medio de decreto y sus efectos serán los siguientes:

1.- Para hacer construcciones nuevas en una zona declarada típica o pintoresca, o para ejecutar obras de reconstrucción o de mera conservación, se requerirá la autorización previa del Consejo de Monumentos Nacionales, la que sólo se concederá cuando la obra guarde relación con el estilo arquitectónico general de dicha zona, de acuerdo a los proyectos presentados.

2.- En las zonas declaradas típicas o pintorescas se sujetarán al reglamento de esta ley los anuncios, avisos o carteles, los estacionamientos de automóviles y expendio de gasolina y lubricantes, los hilos telegráficos o telefónicos y, en general, las instalaciones eléctricas, los quioscos, postes, locales o cualesquiera otras construcciones, ya sea permanentes o provisionales.

1.11 Metodología.

Esta tesis consideró una pasantía de investigación realizada en Bélgica por presentar este país expertís en el tema de estudio y características climáticas similares a las del caso de estudio. Por sus características y objetivos antes mencionados propone una metodología de tipo explorativa descriptiva con estudio de un caso y simulación.

La presente investigación considera 4 etapas de desarrollo. En el **capítulo I** se abordará una introducción al tema basado en la indagación general de fuentes bibliográficas nacionales e internacionales con Bélgica, en el ámbito patrimonio, energía y rehabilitación. Se define de acuerdo con estos antecedentes el problema a investigar y su relevancia en el contexto nacional, los objetivos generales y específicos de la investigación, hipótesis, marco teórico y metodología.

La identificación de los estándares y criterios aplicados en la rehabilitación energética patrimonial residencial a nivel nacional e internacional en base al caso de Bélgica será analizada en el **capítulo II**, en base a la consulta a fuentes bibliográficas a nivel nacional e internacional, entrevistas y reuniones con especialistas y oficinas de arquitectura en rehabilitación patrimonial energética en Bélgica, trabajo de campo con visitas a obras de rehabilitación en etapa de construcción en las regiones Flamenca y Bruselas.

Con el estudio de los antecedentes consultados se define una metodología de análisis para la Rehabilitación Patrimonial de alto rendimiento energético en Chile en el **capítulo III**, estableciendo procedimientos y pautas para la valoración de elementos patrimoniales, la evaluación energética y la integración de ambos ámbitos determinado el grado de compatibilidad que permita definir escenarios de intervención con alto rendimiento energético y con esto el logro del objetivo de investigación planteado.

En el **capítulo IV**, se validará esta metodología a través de su aplicación a un caso de estudio de edificio residencial representativo en la ciudad de Lota, Chile, permitiendo ajustar la metodología para posteriormente proponer criterios de diseño que guíen la rehabilitación energética patrimonial en nuestro país. Esta etapa incluye la exploración del comportamiento energético del caso en estudio basado en la simulación a través de software Desing Building, la propuesta de diseño arquitectónico para la rehabilitación energética patrimonial del pabellón 49 en Lota y la validación social de los elementos patrimoniales definidos a través de la aplicación en terreno de encuesta de valoración a los usuarios de las viviendas.

Por último, **en el capítulo V** se establecen propuestas para alcanzar la rehabilitación energética de edificaciones patrimoniales residenciales en Chile bajo estándares de alto rendimiento energético identificando brechas y oportunidades.



Figura 1. Estructura metodológica de la investigación. (Fuente: Elaboración propia)

CAPITULO II. ANTECEDENTES GENERALES Y REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.

En este capítulo se analizarán las diversas iniciativas, planes, programas y normativa asociada a la rehabilitación energética y patrimonio en Chile. Con esto se busca definir una línea base de trabajo en la investigación. Estas iniciativas han sido desarrolladas por el sector público principalmente a través del Ministerio de Vivienda y Urbanismo quien es el encargado de la implementación de las políticas de vivienda social. El desarrollo de estas, en algunos casos ha contado con la colaboración del sector privado, universidades y otros ministerios.

2.1 Rehabilitación energética patrimonial en Chile.

En nuestro país luego del terremoto 27F del año 2010, se han puesto en marcha nuevas políticas públicas, las que abordan la planificación territorial, planificación urbana y ámbitos técnicos enfocados en la vivienda. Cada una de ellas actúa en distintas escalas desde la global constituida por la política, pasando luego a una escala territorial-urbana y posteriormente a la vivienda y su construcción. La política es quien da contenido y sustancia a las iniciativas en vivienda, es quien orienta las inversiones y actúa como carta de navegación en la propuesta de inversión, por lo tanto, es necesario saber que contiene en términos de rehabilitación energética de viviendas. En este punto debemos diferenciar los antecedentes que son indicativos, es decir los que guían u orientan una acción, de los antecedentes normativos que establecen obligaciones. A continuación, se describen y analizan los documentos antes mencionados.

Documentos indicativos.

2.1.1 Política nacional de desarrollo Urbano.

La política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU) vigente, denominada “Ciudades Sustentables y Calidad de Vida” del Ministerio de Vivienda y Urbanismo fue implementada el año 2014. En ella se indican expresamente ámbitos temáticos a trabajar en coherencia con el cuidado medioambiental y puesta en valor del patrimonio. Estos ámbitos corresponden a: Equilibrio Ambiental (Gestionar eficientemente recursos naturales, energía y residuos) e Identidad y Patrimonio.[33]

Ámbito: “Equilibrio Ambiental”, define los lineamientos a seguir considerando que “Los asentamientos humanos y productivos deben desarrollarse de forma sustentable, equilibrada con

el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan”. De esta forma define los énfasis sobre los cuales se debe planificar y diseñar las ciudades. Estos énfasis reconocen que las ciudades son importantes consumidores de energía y agua y también generan gran contaminación, por tanto, son temas que se deben resolver.

Cada ámbito se compone de objetivos entre los que se encuentra el siguiente:

El objetivo central del ámbito es: “Procurar que el desarrollo de nuestras ciudades, fundamental para el progreso de nuestro país, se realice de forma sustentable, equilibrada con el medio natural, reconociendo y valorando los sistemas en que se insertan”.

Otro objetivo es el de “Gestionar eficientemente recursos naturales, energía y residuos”. En él se pretende fomentar la elaboración e implementación local de estrategias de sustentabilidad y consumo eficiente de energía incorporando tecnologías y técnicas bioclimáticas.

En el ámbito “Identidad y Patrimonio”, “Las ciudades y centros poblados deben dar cuenta de la identidad de los lugares en que se emplazan, de las personas que los habitan y de la diversidad geográfica y la riqueza cultural propia de las diferentes comunidades, pueblos y localidades. Identidad significa también “identificación”, en el sentido de que las comunidades deben sentirse reflejadas en las características de los lugares donde viven. Para los efectos de la Política, el patrimonio es un bien social que está conformado tanto por las obras y manifestaciones de las personas como por el entorno natural en que viven “.

Objetivo central: Reconocer el patrimonio como un bien social, conformado tanto por las obras y manifestaciones de las personas y comunidades como por el entorno natural en que viven, que debe ser preservado y potenciado en nuestras ciudades y centros poblados.

Los lineamientos con enfoque en el patrimonio construido indican que es necesario propiciar la calidad en las intervenciones arquitectónicas, velar por la coherencia entre las obras y las particularidades sociales y culturales. Aunque no se expresa implícitamente la relación entre patrimonio y energía, los siguientes objetivos de la PNDU, tienen relación con el tema de investigación, visualizando la necesidad de generar metodologías de valoración patrimonial, adaptación del patrimonio, en donde se debiera incluir la rehabilitación energética y la protección del patrimonio en términos de la gestión expedita de su intervención en caso de catástrofes.

Objetivo 4.3.3. “Establecer metodologías de valoración del patrimonio cultural, en base a atributos y valores, elaboradas por especialistas, con participación de la comunidad, distinguiendo las características esenciales que se deben preservar de aspectos que pueden ser objeto de intervención o modificación”.

Objetivo 4.3.11. “Considerar que el patrimonio cultural puede ser intervenido para adaptarlo a nuevas necesidades, incorporando nuevos usos y nuevas tecnologías que sean capaces de agregarle valor”.

Objetivo 4.3.17. “Establecer sistemas formales de emergencia y mecanismos de toma de decisiones en situaciones de catástrofes naturales que obliguen a una acción expedita de protección del patrimonio cultural dañado, desde la administración central o las autoridades regionales.

2.1.2 Estrategia Regional de Desarrollo 2015-2030 Región del Biobío.

La estrategia regional de desarrollo urbano (ERD), es un documento indicativo a nivel regional, vigente desde el año 2015 al 2030. En este documento se identifican y planifican los objetivos, lineamientos y propuestas de desarrollo urbano a nivel regional. [32]

La ERDU considera en su ámbito , ‘Patrimonio Cultural e Identidad Local ‘para la escala de vivienda, los siguientes puntos:

- Considerar como eje fundamental la pertinencia del lugar y la participación de la comunidad.
- Mantener la identidad local en cuanto a morfología, funcionalidad y uso de materiales, considerando el entorno y condiciones climáticas del lugar.
- Implementar en los distintos diseños de construcción sistemas sustentables y ecológicos.
- Promover la identidad social patrimonial y potenciar el desarrollo cultural de la comunidad.

2.1.3 Sistema de Calificación Energética de viviendas en Chile.

El sistema de calificación energética de viviendas en Chile, que entrará en vigencia en 2018, surge como una iniciativa del Ministerio de Vivienda y Urbanismo para evaluación de la eficiencia energética en viviendas sociales. La idea es poder implementar en Chile una construcción

enfocada en la mejora de la eficiencia energética. Este sistema mide el porcentaje de ahorro en energía de una vivienda comparada con un caso base correspondiente a una vivienda de las mismas características que la evaluada, pero cumpliendo con el mínimo exigido en la ordenanza luego de la incorporación de la reglamentación térmica en 2007.

Para esta evaluación se consideran requerimientos de calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. El análisis se ha considerado una vivienda de 100 m² que utiliza gas licuado para calefacción y ACS y electricidad para iluminación, con un consumo energético promedio de 192 Kwh/m² año equivalente a 80% en calefacción, 19% ACS y 1% en iluminación. [26]

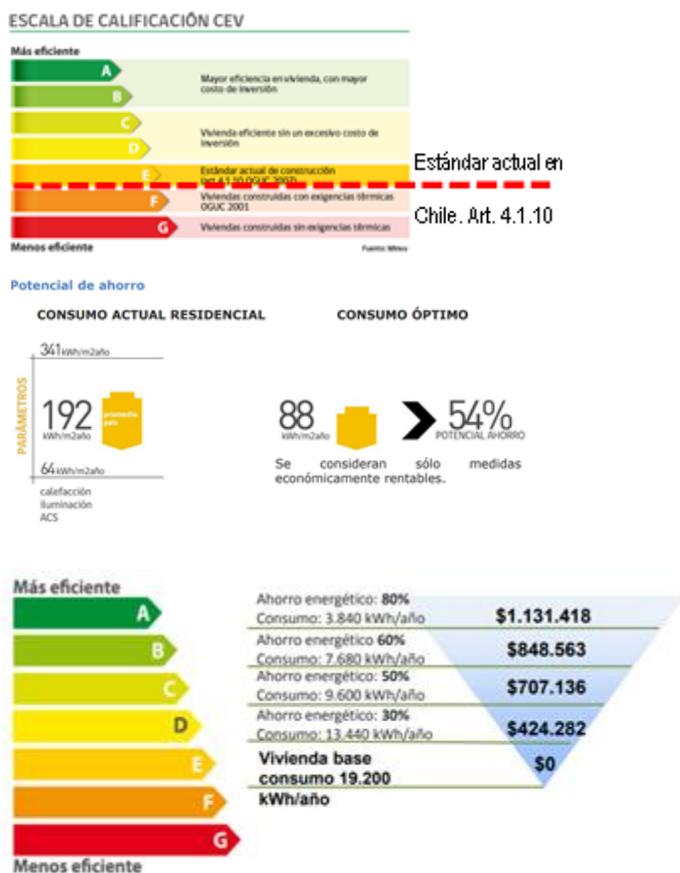


Figura 2. Clasificación de la Calificación Energética de Viviendas en Chile. Consumos y ahorros esperados. (Fuente: Web Calificación Energética en Chile)

Letra A

Vivienda puede alcanzar ahorros de hasta un 80% respecto de la vivienda base.

Letra B

Vivienda puede alcanzar ahorros de hasta un 60% respecto de la vivienda base.

Letra C

Vivienda puede alcanzar ahorros de hasta un 50% respecto de la vivienda base.

Letra D

Vivienda puede alcanzar ahorros de hasta un 30% respecto de la vivienda base.

La calificación más eficiente corresponde a la letra A y la menos eficiente a la letra G. Esta escala de medición de eficiencia está asociada a un porcentaje de ahorro de energía con relación a un caso base con letra E, correspondiente al estándar actual exigido en la OGUC, logrando la letra A ahorros equivalentes a \$1.131.418 al año.

En cuanto al consumo óptimo promedio nacional es de 88 kwh/m² año.

2.1.4 Desafío Construye Solar.

En este contexto también se ha implementado el desafío construye solar que busca desarrollar viviendas sustentables enmarcadas dentro del presupuesto del gobierno. En esta propuesta participan universidades de todo Chile. Es un desafío que invita a universidades de Chile y el mundo a diseñar y construir un prototipo de vivienda social sustentable, cuya principal fuente de energía provenga del sol, con el fin de cambiar la cara de la vivienda social de Chile. Las casas son construidas a escala real y se exhiben al público en general gratuitamente, ya que uno de los objetivos de esta iniciativa es la educación de las personas en este tipo de temáticas y de igual forma preparar a los futuros profesionales para una nueva forma de diseñar.

Este prototipo debe ofrecer una propuesta habitacional que tenga como eje la calidad de vida de las familias vulnerables, que incorpore altos estándares térmicos y ambientales, y que tenga un bajo costo de mantención.

Uno de los propósitos de Construye Solar es obtener prototipos viables por un monto asequible para las personas, ofreciendo una solución colectiva y entendiendo la densificación como una oportunidad para crear barrios sustentables.

De los prototipos que han sido buenos ejemplos, el logro de los objetivos ha estado directamente asociado al uso de materiales más sustentables y de bajo costo, por tanto, este tipo de vivienda se ha construido preferente con materiales ligeros, madera aglomerada y el mínimo de terminaciones priorizando el uso de materiales al natural, lo que otorga un aspecto de no terminado o inconcluso.

2.1.5 Rehabilitación Energética de Viviendas en Coyhaique.

Este programa Piloto, es parte de un convenio mediante el cual, el Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente y Vivienda, trabajan acciones conjuntas, para cuantificar los beneficios en eficiencia energética, generar información disponible para la población, reducir las emisiones contaminantes y a reducir el consumo de energía para calefacción. Uno de sus objetivos es tener datos ciertos para hacer mejoras en viviendas existentes desde el punto de vista energético, apoyar la calidad de vida de la comunidad y disminuir niveles de contaminación. Además, se podrá tener un estándar de mejora que fomente a la banca a financiar este tipo de iniciativas'.

El Programa Piloto de Rehabilitación Energética de Viviendas en Coyhaique consideró 15 casas (existentes), a las que, dependiendo de cada caso, se realizarán mejoras en cuanto a eficiencia energética, tales como: aislación térmica de muro, techumbre, cambio de puertas y ventanas, recambio de equipos de calefacción, recambio de luminarias, incorporación de sistema de ventilación, sistemas solares térmicos para agua caliente sanitarios y paneles solares fotovoltaicos para electricidad, entre otros.

Las viviendas seleccionadas serán monitoreadas para ir registrando los resultados de las mejoras realizadas, evaluando: temperatura, humedad, material particulado, consumo de electricidad, consumo de combustible para calefacción, entre otras variables. Otro aspecto relevante de este programa es que busca establecer un estándar de mejora energitérmica de viviendas que sirva de respaldo a otras personas que quieran hacer arreglos y que puedan ir a negociar con la banca y a nivel de ministerios, créditos blandos, para poder contar con viviendas sustentables.

2.1.6 Subsidios de Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF).

Se basa en la existencia en el país de un patrimonio familiar y cultural conformado por conjuntos habitacionales y sus entornos que constituyen el parque nacional habitacional existente, construido por los diferentes actores públicos o privados, con y sin subsidio del estado. Por tanto, aplica sobre este parque nacional habitacional y busca detener los procesos de deterioros propios del uso y antigüedad de las viviendas, evitando así una nueva demanda habitacional. La rehabilitación vista como una oportunidad de mejorar las viviendas y su entorno, aumentando su valor y potencial de comercialización que pueda generar movilidad habitacional. Las viviendas deben cumplir con los requisitos estipulados en el decreto supremo D.S 255.

Este decreto además establece una condición especial de financiamiento para la atención extraordinaria de situaciones fundadas. Pudiendo disponer el aumento de montos de subsidio u otorgamientos de subsidios adicionales destinados a incorporar obras de mejoramiento del entorno. La condición especial, permite que se puedan eximir de algunos requisitos en caso por ejemplo de emergencias derivadas de catástrofes como sismos, desastres naturales, incendios u otras como proyectos calificados por MINVU como de extrema relevancia.

El reglamento regula a la vez, subsidios que aplican a la mejora del equipamiento comunitario, entorno y mejoramiento y/o ampliación de la vivienda.

D.S 255. T II. Dispone 55 UF en promedio para el acondicionamiento térmico de viviendas. En el caso de las zonas incluidas en PDA (Plan de descontaminación Ambiental) es de 171 UF en promedio.

Existen, además subsidios especiales de Mejoramiento de viviendas (PPPF título II), como el de Acondicionamiento Térmico de Viviendas o el de Innovación de eficiencia energética a través de colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otros similares, entre otros, con montos de 100 a 200 UF.

Documentos y marco normativo que aplica sobre energía en las edificaciones.

Por otra parte, existen los instrumentos normativos en donde se encuentra la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza.

2.1.7 Artículo 4.1.10 de la OGUC.

Inicialmente en nuestra normativa no estaba considerado un estándar técnico térmico que las construcciones debieran cumplir, sin embargo, a partir del 2000 se comenzó a implementar esta exigencia en la techumbre y posteriormente se fueron incorporando otros elementos constructivos hasta que en el año 2007 se implementó la actual reglamentación térmica que incluye exigencias a los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos ventilados, así como también establece valores para ventanas. El estándar considera valores mínimos de transmitancia térmica “U” y resistencia térmica total “Rt” por complejos constructivos y de acuerdo a la zonificación térmica de la reglamentación térmica. [30]

Artículo 4.1.10. Todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico que se señalan a continuación:

1. Complejos de techumbre, muros perimetrales y pisos ventilados:

| ZONA | TECHUMBRE | | MUROS | | PISOS VENTILADOS | |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | U | Rt | U | Rt | U | Rt |
| | W/m ² K | m ² K/W | W/m ² K | m ² K/W | W/m ² K | m ² K/W |
| 1 | 0,84 | 1,19 | 4,0 | 0,25 | 3,60 | 0,28 |
| 2 | 0,60 | 1,67 | 3,0 | 0,33 | 0,87 | 1,15 |
| 3 | 0,47 | 2,13 | 1,9 | 0,53 | 0,70 | 1,43 |
| 4 | 0,38 | 2,63 | 1,7 | 0,59 | 0,60 | 1,67 |
| 5 | 0,33 | 3,03 | 1,6 | 0,63 | 0,50 | 2,00 |
| 6 | 0,28 | 3,57 | 1,1 | 0,91 | 0,39 | 2,56 |
| 7 | 0,25 | 4,00 | 0,6 | 1,67 | 0,32 | 3,13 |

Figura 3. Exigencias de transmitancia térmica y resistencia Térmica en techumbre, muros y pisos ventilados. (Fuente: O.G.U.C)

2. Exigencias para ventanas:

Se considerará complejo de ventana, a los elementos constructivos que constituyen los vanos vidriados de la envolvente de la vivienda.

A. Porcentaje máximo superficie de ventanas respecto a paramentos verticales de la envolvente:

| ZONA | VENTANAS | | |
|------|---|--|------------------------------------|
| | % MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA RESPECTO A PARAMENTOS VERTICALES DE LA ENVOLVENTE | | |
| | VIDRIO MONOLÍTICO (b) | D/V/H DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO (c) | |
| | | $3.6 \text{ W/m}^2\text{K} \geq U > 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ (a) | $U \leq 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| 1 | 50% | 60% | 80% |
| 2 | 40% | 60% | 80% |
| 3 | 25% | 60% | 80% |
| 4 | 21% | 60% | 75% |
| 5 | 18% | 51% | 70% |
| 6 | 14% | 37% | 55% |
| 7 | 12% | 28% | 37% |

Figura 4. Exigencias de % de superficie vidriada respecto a paramentos verticales de la envolvente. (Fuente: O.G.U.C)

Para los casos previstos en el párrafo anterior, se podrá aumentar la superficie vidriada sobre los valores de Tabla 3 de este artículo, compensando el aumento de superficie vidriada con el mejoramiento de la transmitancia térmica de la solución de muros. El U ponderado deberá tener un valor igual o menor al señalado para la zona en la que se ubique el proyecto de arquitectura, de acuerdo con la Tabla 4 siguiente:

| ZONA | U Ponderado $\text{W/m}^2\text{K}$ |
|------|------------------------------------|
| 3 | 2.88 |
| 4 | 2.56 |
| 5 | 2.36 |
| 6 | 1.76 |
| 7 | 1.22 |

Figura 5. Cálculo de U ponderado. (Fuente: O.G.U.C)

2.1.8 “Ley Netbilling”.

Corresponde a la Ley 20.571, que incorpora la generación ciudadana de energía mediante un sistema de autogeneración de energía en base a Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y cogeneración eficiente. Es un Ley que entrega el derecho a los usuarios a vender sus excedentes directamente a la compañía distribuidora de energía eléctrica. Esta venta se realiza a través de una tarifa regulada y de acceso público en la página web de cada compañía eléctrica. Uno de los requisitos que deben cumplir los sistemas instalados es la declaración y aprobación ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, que cuenta con una unidad técnica especializada en ERNC.

2.1.9 Artículo 60° LGUC.

Esta reglamentación normativa indica la prohibición de demoler o refaccionar un inmueble o zona de conservación histórica, sin previa autorización de la Secretaria Regional de Vivienda y Urbanismo. La que velara por la mantención de las características urbanas y arquitectónicas definidas en las Fichas de Valoración Patrimonial establecidas en la circular de la División de Desarrollo Urbano, DDU 240. Igualmente, el Plan Regulador señalará los inmuebles o zonas de conservación histórica, en cuyo caso los edificios existentes no podrán ser demolidos o refaccionados sin previa autorización de la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo correspondiente. [28]

2.1.10 Plan Regulador Comunal de Lota.

El instrumento de planificación territorial vigente en la comuna de Lota data del año 1985. En este Plan Regulador Comunal de Lota, se establece uso de suelo S-2 para el área en estudio, permitiendo uso de vivienda, comercio, oficina, equipamiento y área verde. Entre las condicionantes urbanas y arquitectónicas que afectan a la edificación residencial, se encuentra una altura máxima de agrupamiento de 7 mts.

2.1.11 Consejo de Monumentos Nacionales.

El sector de Lota Alto se encuentra protegido por la Ley de Monumentos Nacionales [35] que ha declarado Monumento Nacional al sector Lota Alto en categoría de “Zona Típica o pintoresca” a través del Decreto Supremo N° 232 del año 2014 [38]. En este documento se reconoce la existencia de distintas tipologías de pabellones que son característicos de Lota y que se mantienen con alto grado de autenticidad, al mismo tiempo se incluyen en el polígono de protección cinco hornos y dos lavaderos, representativos de la vida cotidiana familiar en Lota y a la vez se identifican los siguientes valores a mantener en el sector de Lota Alto: valor histórico, valores arquitectónicos y constructivos y valor social.

Aunque el Consejo de Monumentos Nacionales existe para la identificación y denominaciones del patrimonio histórico, no existe un marco presupuestario para la reparación o reconstrucción de las viviendas históricas dañadas, debiendo esta acción canalizarse a través de otras fuentes de financiamiento.

Para abordar la reconstrucción de viviendas, El CMN ha emitido posterior al terremoto 27F, “Lineamientos Generales de Reconstrucción para las Zonas Típicas o Pintorescas”, las que indican en términos generales valores y atributos a preservar.[37]

TITULO III

DE LOS INSTRUCTIVOS DE INTERVENCIÓN PARA CADA ZONA DECLARADA TÍPICA O PINTORESCA.

ARTICULO 4°.- En el manejo de cada Zona Típica o Pintoresca se deberá cumplir con los requisitos contenidos en el respectivo documento denominado Instructivo de Intervención de Zona Típica o Pintoresca.

ARTICULO 5°.- El Instructivo de Intervención de Zona Típica o Pintoresca es un documento de carácter técnico, que fijará en cada caso, los requisitos especiales que deben cumplirse para todas las intervenciones que impliquen obras de construcción, reconstrucción o mera conservación, sean permanentes o provisorios en atención a la distintas características arquitectónicas y paisajísticas propias de cada Zona Típica o Pintoresca.

Figura 6: Lineamientos generales de reconstrucción para zonas típicas o pintorescas.
(Fuente: Consejo de Monumentos Nacionales)

Este documento aplica a todas las zonas con protección en calidad de típicas o pintorescas, independiente de su tipología singular, ya que propone el desarrollo de instructivos especiales de carácter técnico denominados “Instructivos de Intervención” para abordar cada caso. Por tanto, en términos generales y sintetizando, los valores o atributos patrimoniales que este Consejo establece como necesarios a preservar son los siguientes:

- La singularidad física, geográfica o de conectividad histórica de los asentamientos, lo que condiciona para cada caso un trazado lineal, libre o en damero a respetar como respuesta que ha dado el hombre a determinantes del medio que debe habitar y el valor urbano paisajístico, los que constituyen formas de ocupación consecuente con las condiciones que le impone la topografía.
- Mantención de la homogeneidad a través de la calle como origen y eje ordenador de la agrupación, conformada normalmente en una serie de fachadas continuas. La condición de agrupamiento de las edificaciones debe mantenerse en la formulación de proyectos.
- Mantención de los sistemas constructivos como atributo patrimonial de estas Zonas.
- Respecto a la volumetría y morfología o expresión exterior: Todo proyecto de conservación, restauración, o reparación, deberá respetar y conservar la volumetría y morfología propia del inmueble pre existente y exponente de alguno de los valores anteriormente descritos, no deberán

alterar la armonía en continuidad y homogeneidad del conjunto. Los proyectos de reconstrucción y/u obra nueva en sitios eriazos deberán privilegiar consolidar la continuidad e imagen del conjunto, ello implica respetar todas las condiciones morfológicas del entorno, entre ello y en el caso de la mayoría de estos asentamientos, la continuidad de fachada. Siempre teniendo como referencia lo que constituye valor descrito en cada expediente de declaratoria de ZT, como atributos formales de las edificaciones protegidas.

- Respecto a la composición de fachada: En general no podrán modificarse las fachadas, de ser necesarios la restauración, reconstrucción parcial, etc., se deberá realizar manteniendo el estilo y proporciones propias del inmueble. Además, deberán reutilizarse los elementos que debieron resguardarse en los casos de desarme autorizados por este CMN.
- Las obras de reconstrucción y/u obras nuevas deberán integrarse de manera armónica a la edificación existente, las mismas deberán considerar un ritmo, proporciones y expresión arquitectónica acorde al inmueble preexistente y su entorno, y teniendo como referencia lo señalado en los decretos de declaratoria de cada Zona Típica.
- En el caso de reconstrucción, se deberá conservar la altura del inmueble preexistente.
- En el caso de obra nueva, se considerará la altura existente de uno de los predios vecinos. En caso de no existir edificación en ninguno de los predios vecinos, se considerará como referencia la altura predominante del entorno.
- Respecto a la cubierta y su estructura: En el caso de reconstrucción, se deberá conservar la estructura formal y material del inmueble preexistente. Las nuevas construcciones deberán recoger la estructura formal y material predominante en el contexto, esto es una techumbre conformada por una estructura de madera a dos aguas, con la línea de cumbrera paralela a la calle (crujía principal), y cubierta de teja de arcilla artesanal. En relación con las pendientes, como criterio general debe continuar con el de las propiedades vecinas (para el caso de edificaciones continuas), para otros casos como regla general se ha de conservar una lectura armónica del inmueble respecto a su contexto inmediato.

- Respecto al uso de corredores: En el caso de obra nueva se exigirá el uso de corredores en aquellos espacios donde resulte característico su uso, de manera de consolidar la lectura de conjunto. Los mismos deberán guardar relación y proporción de acuerdo con las tipologías existentes. En general se establece que no podrán cerrarse u ocluirse con rejas u otros elementos. Para las reconstrucciones se deberán respetar y conservar las características generales de los corredores del inmueble.

2.2 Rehabilitación energética patrimonial en Bélgica.

En Bélgica existe sólo un tipo de clima, pero el territorio se divide en 3 zonas ya que existen diferentes regiones federadas: Vlaanderen, Bruxelles y Walonia. Desde 2006 comenzó a regir la normativa EPBD en sus tres administraciones regionales. Para cada región aplican normas energéticas diferentes, las que son definidas por la autoridad correspondiente, y que responden a un mismo tipo de clima.

El clima de este país, es marítimo templado, con precipitaciones significativas durante todo el año (Clasificación climática de Köppen: Cfb); la temperatura media anual es de 9 a 10 °C, siendo la temperatura media en enero de 31 °C y en julio 17,7 °C. Las condiciones climáticas en Bélgica, debido a su situación geográfica de latitud y longitud, son muy similares a las condiciones climáticas en Chile y en la región del Biobío, en cuanto a temperaturas, humedad, vientos y lluvia.

En los países pertenecientes a la unión europea, la temática energética está guiada por instrumentos indicativos denominados Directivas, los que se van renovando de acuerdo con las necesidades ambientales. Estas temáticas comenzaron a ser desarrolladas más fuertemente luego de la Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro, y continuó con el protocolo de Kioto de 1997 y las negociaciones de 2012 para un segundo período de compromiso.

Definiciones de vivienda baja energía en Bélgica.

En el año 2009 se introdujeron al país tres definiciones a nivel regional:

- The low-energy house
- The passive house
- The zero-energy house

Pero existen otras definiciones en Bélgica para vivienda de baja energía, todas tendientes a la disminución del consumo energético.

Tabla 2. Definiciones de marketing para casas de bajo consumo de energía en Bélgica. (Fuente: Elaboración propia en base a Principles for nearly zero energy building in Belgium. Attia, Shady Galal; Mlecnick, Erwin).[2]

| Categoría | Criterios energéticos para viviendas | Referencia |
|-----------------------------|---|---|
| Casa de baja energía. | Bajo un modelo de cálculo no especificado: la demanda total de energía para la calefacción de espacios debería limitarse a 60 kwh/m ² de superficie bruta. | Carta flamenca 2003 |
| (Casa de baja energía) | Bajo las condiciones del modelo de cálculo de EPB flamenco: el nivel E debe limitarse a 60. | Etiqueta para arquitectos flamencos |
| (Casa de baja energía) | Bajo las condiciones del modelo de cálculo de EPB flamenco: el nivel E debe limitarse a 60. | Subvenciones flamencas de proveedores de energía |
| Casa de baja energía. | Bajo las condiciones en el cálculo EPB de Walloon E ≤ 80. | Línea de base para los subsidios en la región de Wallonia. |
| Casa de baja energía. | bajo las condiciones en el cálculo EPB de Walloon E ≤ 70, E ≤ 120 Kwh/m ² año. | Etiqueta para construcción para compañías & arquitectos. |
| Renovación de baja energía. | Bajo las condiciones en el modelo de cálculo PHPP 2007: la demanda total de energía para la calefacción de espacios está limitada a 60 Kwh/m ² año de área de piso acondicionado | Listado de proyectos para la región capital de Bruselas |
| (Casa de muy baja energía) | Bajo las condiciones del modelo de cálculo de EPB flamenco: el nivel de E debe limitarse a 40. | Subvenciones flamencas de proveedores de energía |
| Casa de muy baja energía. | Bajo las condiciones en el modelo de cálculo PHPP 2007: la demanda total de energía para la calefacción de espacios está limitada a 30 Kwh/m ² año de área de piso acondicionado. | Lista de proyectos para la región de capital de Bruselas |
| Casa pasiva. | Bajo las condiciones del modelo de cálculo PHPP 2007: la demanda total de energía para calefacción de espacios limitada a 15 Kwh/m ² año de superficie de piso acondicionado. -El uso total de energía primaria está limitado a 45 Kwh/m ² año para calefacción, agua caliente sanitaria y equipos auxiliares (ventiladores, bombas), excepto iluminación y electrodomésticos. | Proyectos ejemplares Bruselas capital región. |
| Casa de muy baja energía. | Bajo las condiciones en el modelo de cálculo de PHPP: la demanda total de energía para calefacción y enfriamiento de espacios está limitada a 15 de área de piso acondicionado. -El uso total de energía primaria para todos los electrodomésticos, agua caliente sanitaria y calefacción y refrigeración de espacios se limita a una fórmula de compactidad: (compactibilidad de 90-2.5 X kwh / m) donde la compactidad (compactidad = V / A) es una relación entre el volumen del edificio (V) y el área de la superficie del sobre (A). | Definición promovida por las redes empresariales y de investigación belgas: PHP, PMP, BBRI. |

2.2.1 Estándar Passivhaus.

El concepto principal de este estándar es impulsar el rendimiento energético lo suficiente como para alcanzar un umbral para disminuir la demanda del sistema de calefacción, compensando con ahorros que compensan otras inversiones. La actual reglamentación térmica belga vigente corresponde a la RT2005. En donde especifica que una mansión pasiva no puede consumir más de 15 kwh/m² en calefacción.

"Una casa pasiva es un edificio en el que se puede mantener un clima interior confortable con sistemas activos de calefacción y refrigeración". (Sitio Passiv haus Institute)

Tabla 3. Estándar Pasivvhaus: Criterios y recomendaciones. (Fuente: Elaboración propia en base a Principles for nearly zero energy building in Belgium. Attia, Shady Galal; Mlecnick, Erwin).[2]

| Requisitos | Necesario | Mejor practica |
|---|-------------|------------------|
| -Demanda de calefacción (KWh/m ²) | ≤ 15 | = < 10 |
| -Demanda de energía primaria | ≤ 120 | = 72 ó 0 |
| -Tasa de infiltración n50 según EN 13829 (1h) | ≤ 0.6 | = < 0.2 |
| Recomendación | Recomendado | Mejor practica |
| -Valor U en muros opacos (W/m ² K) | < 0.15 | 0.06 |
| -Puentes térmicos: transmisión térmica lineal (W/K) | < 0.01 | < 0 |
| -Valor U acristalamientos (W/m ² K) | < 0.8 | 0.51 |
| -Factor g acristalamientos % | < 50 | 0.58 |
| -Valor U en ventanas (W/m ² K) | < 0.8 | 0.75 |
| -Recuperación de calor: rendimiento % | < 75 | 92 |
| -Recuperación de calor: puentes térmicos (W/K) | < 5 | |
| -Recuperación de calor: infiltraciones % | < 3 | < 1 |
| -Demanda de electricidad para ventilación (gestión incluida) (W/(m ³ h) | < 0.45 | 0.3 |
| -Equipos eléctricos domésticos | Clase A | < 60% de clase A |
| -Consumo primario de electricidad para aplicaciones domésticas (KWh/m ² año) | < 55 | 27 |

2.2.2 Edificio Energía Neta Cero - NZEB.

En términos generales el carácter neto de energía cero es el resultado de una diferencia cero entre la energía importada y exportada después de la conversión a energía primaria. Esto implica que puede estar relacionado con las técnicas de intercambio grupal de un edificio y que los elementos técnicos ubicados parcialmente fuera del edificio serán considerados en el sistema. (Attia 2011)

2.2.3 Edificio energía cercana a 0, Nearly Zero Energy Buildings - nZEB

Se refiere a los edificios que producen en el sitio un 30% o más de la energía que demandan para calefacción o climatización, en base a fuentes renovables de energía. (Attia 2011)

2.2.4 Edificios Bajo Energía.

Establece un valor límite de 60 Kwh/m² año para requerimientos de calefacción y también la instalación de ventilación mecánica obligatoria. (Erwin Mlecnik)(energide.be) [25]

2.2.5 Edificios muy Baja Energía.

Finalmente, en el mismo orden de ideas que el escenario anterior, también se puede aplicar la etiqueta minergie-p, limitándose a 30 Kwh/m² las necesidades de calor. (Erwin Mlecnik) (energide.be) [25]

Tabla 4. Definiciones Belgas sobre vivienda baja energía. (Fuente: elaboración propia en base a Attia, Shady Galal; Mlecnick, Erwin. Principles for nearly zero energy building in Belgium.)[2]

| Concepto | Demanda de calefacción y refrigeración anuales. | Características |
|------------------------------|---|--|
| Vivienda baja energía | Inferior a 30 kWh/m ² | Bien aislado y necesita calefacción y enfriamiento de respaldo. |
| Vivienda pasiva | Inferior a 15 kWh/m ² | Bien aislado y solo necesita calefacción y/o refrigeración de respaldo. |
| Vivienda energía cero | Balance 0 kWh/m ² | Cumple con las condiciones de vivienda pasiva y genera su propia energía a través de ERNC, como paneles solares, bombas de calor, etc., satisfaciendo el 100% de su demanda. |
| Confort residencial | De acuerdo a PEB de cada región. | Establece porcentajes de permanencia máximos aceptables que exceden la temperatura de confort. |

2.2.6 DIRECTIVAS EUROPEAS EN EL AMBITO PATRIMONIO Y ENERGIA.

A continuación, se expone una síntesis de las principales **temáticas energéticas patrimoniales** introducidas por las **Directivas Europeas (EU) [23]**:

Tabla 5. Matriz de análisis Directiva 2002/CE/91 EU. (Fuente: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)).

Descripción: La Directiva 2002/CE/91 Unión Europea – Energy Performance of Building (EPBD) del año 2002 estableció la obligatoriedad a partir de 2006 de contar con esta certificación energética en cualquier contrato de venta o arriendo de cualquier tipo de edificación, ya sea residencial o de uso público, tanto para las construcciones nuevas o usadas, es decir todas las edificaciones existentes.

Para ello estableció que todos los países debían desarrollar su propia metodología a partir de ciertos criterios, con la finalidad de cumplir con el compromiso de Kioto y reducir las emisiones de dióxido de carbono.

Aporte: Incorpora obligatoriedad de certificación energética PEB desde 2006 en contratos de venta o arriendo de inmuebles.

Incorpora edificaciones patrimoniales: Sí, aplica a edificaciones existentes.

Tabla 6. Matriz de análisis Directiva CE/2006/32 EU. (Fuente: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)).

Descripción: Trata sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos con el objetivo nacional de ahorro energético de un 9 % de la cantidad media anual de consumo desde su implementación hasta 2016. Esta guía indica que la cantidad de energía renovable generada por Kwh se debe calcular por el método de rendimiento energético regional.

Aporte: Propone una línea base de ahorro energético de 9% anual hasta 2016.

Incorpora edificaciones patrimoniales: No

Tabla 7. Matriz de análisis Directiva 2010/31/EU, - 2. (Fuente: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)).

Descripción: Esta directiva se basa en el problema de los altos índices de consumo energético de las edificaciones de la unión europea los que alcanzan un 40 % del consumo total de energía, y la dependencia energética que para Europa representa estos, juntos con las emisiones de gases efecto invernadero (compromiso de reducción a 2020 del 20%) asociadas al consumo de petróleo, gas natural y combustibles sólidos y considerando la expansión del rubro de la edificación. Por tanto, propone disminuir el consumo de energía e incorporar fuentes renovables. Fomenta la eficiencia energética de los edificios considerando sus condiciones climáticas exteriores y particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos de costo-eficiencia.

Deja la decisión a las regiones de no aplicar los requisitos mínimos a las siguientes categorías de edificios: a) edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinados requisitos mínimos de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto. Esta directiva hace referencia a edificios existentes, estableciendo requisitos mínimos de eficiencia energética.

Tanto los edificios nuevos como los históricos se guían por la Directiva Europea 2010/31 / UE sobre el rendimiento energético de los edificios (EPBD). La que establece en su artículo N° 9, que al año 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo y que después de 2018, los edificios nuevos públicos sean edificios de consumo de energía casi nulo.

Una vez transcurridos cuatro años de su implementación, en 2010 estableció otra directiva que mejora la anterior. De este modo, puso énfasis en el parque de viviendas existentes y en establecer requisitos mínimos de eficiencia, los que deben lograr un equilibrio óptimo entre las inversiones realizadas y los costos energéticos ahorrados a lo largo del ciclo de vida del edificio. Asimismo, exigió la revisión periódica de estos requisitos mínimos. Por otra parte, estableció que el consumo de energía sea casi nulo después de 2018 en edificios públicos ocupados y para todos los edificios nuevos después de 2020, entre otras disposiciones. Por lo tanto, la Comisión Europea ha definido un estándar de eficiencia comparativamente alto en la Directiva refundida de rendimiento energético de los edificios (EPBD), que entrará en vigor en los Estados miembros a partir de 2020.

Aporte: Incorpora la exigencia de incluir estas fuentes renovables en edificios nuevos y existentes. Establece exigencias mínimas de eficiencia energética en edificios nuevos y existentes que incluyan mejoramientos. Exige certificado de eficiencia energética para construcción, compra o arrendamiento de edificios.

Incorpora edificaciones patrimoniales: Sí, pero deja la decisión de exigencia energética a cada estado.

Tabla 8. Matriz de análisis Directiva 2010/31/EU, Artículo 7.- Edificios existentes. (Fuente: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD))

Descripción: Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios, se mejore la eficiencia energética del edificio o de la parte renovada para que cumplan unos requisitos mínimos de eficiencia energética fijados con arreglo al artículo 4, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable. **Tales requisitos se aplicarán al edificio renovado o a la unidad del edificio renovada en su conjunto.** Además, o alternativamente, los requisitos podrán aplicarse a los elementos renovados de un edificio. Los Estados miembros adoptarán, además, las medidas necesarias para garantizar que cuando se proceda a la mejora o sustitución de un elemento de un edificio que forme parte de la envolvente del edificio y repercuta de manera significativa en la eficiencia energética de tal envolvente, la eficiencia energética de dicho elemento cumpla unos requisitos mínimos de eficiencia energética siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable. En relación con los edificios sujetos a reformas importantes, se fomentará que consideren y tengan en cuenta las instalaciones alternativas de alta eficiencia a que se refiere el artículo 6, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.

En su artículo N° 9, establece que a más tardar al año 2020 todos los edificios nuevos deben ser de consumo de energía casi nulo y que después del 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean de consumo de energía casi nulo.

Aporte: establece estándares mínimos para reformas importantes en edificios existentes y estándar de energía casi nula en edificios nuevos al año 2020.

Incorpora edificaciones patrimoniales: Sí con estándares energéticos mínimos a las zonas reformadas.

Tabla 9. Matriz de análisis Directiva Europea 2012/27 / UE (Fuente: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD))

Descripción: Relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

Esta Directiva establece un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia

energética dentro de la Unión Europea para asegurar alcanzar el objetivo principal de eficiencia energética de la Unión Europea de un 20 % de ahorro para 2020, y a fin de preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año. En ella se establecen normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía. Asimismo, se dispone el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

Los requisitos que establece son requisitos mínimos y cualquier Estado miembro podrá mantener o introducir medidas más estrictas. Tales medidas deberán ser compatibles con el Derecho de la Unión.

Entre las medidas adoptadas se encuentran: los estados miembros establecerán una estrategia a largo plazo para movilizar inversiones en la renovación de edificios residenciales y comerciales, público como privados. Se mantiene la no exigencia para los edificios históricos o antiguos. Introduce criterios mínimos para auditorías energéticas. Desarrolla un especial enfoque a la gestión energética, incluyendo lineamientos como financiamiento para proyectos, aporta con nuevas medidas para el fomento de la eficiencia energética.

Aporte: Establece medidas comunes para ahorro del 20% al 2020.

Incorpora edificaciones patrimoniales: No, mantiene la no exigencia para edificios existentes de carácter patrimonial o protegidos.

2.2.7 PEB: Building Energy Performance.

Regulaciones sobre el rendimiento energético de los edificios por región.

Son regulaciones o normas que establecen una serie de requisitos para obtener un alto rendimiento energético y clima interior saludable de los **edificios en construcción o renovación** que considera: el consumo de energía primaria expresada en Nivel E y nivel K, transmitancia térmica con Valores u y R, ventilación y equipos técnicos. En el caso de las rehabilitaciones o renovaciones no se exige nivel E o K y si la renovación es simple tampoco exige equipos técnicos, como se muestra en la siguiente tabla PEB.

| Requisitos | Nueva construcción | Renovación mayor | Renovación simple |
|----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Nivel E | SI | NO | NO |
| Nivel E | SI | NO | NO |
| Valor U - R | SI | SI | SI |
| Ventilación | SI | SI | SI |
| Equipo técnico | SI | SI | NO |

Figura 7. Requisitos por tipo de construcción (Fuente: Elaboración propia en base a EPB Bruselas) [24]

El siguiente grafico muestra el consumo global de energía primaria representada para el nivel E en función de la demanda de calor. Una demanda baja inferior a 20 kwh/m² año equivale a nivel E40 en promedio.

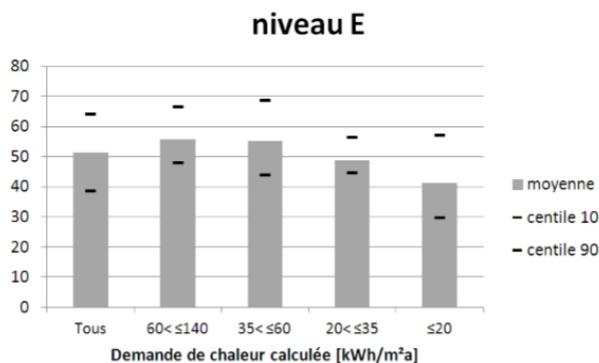


Figura 8. Demanda de calor y equivalencia en nivel E. (Fuente: Licar2822.Edification soutenable II-partie HVAC. Geoffrey Van Moeske) [3]

En Bélgica, las autoridades regionales son responsables de la energía. Por lo tanto, cada una de las regiones tuvo que implementar su propia performance. En todas las regiones, los requisitos varían de acuerdo al tipo de edificio: vivienda, oficina, escuela, y según la naturaleza del trabajo.

Las exigencias térmicas para proyectos de **renovación residencial importantes o simples** en la región de Wallonne consideran exigencia mínima de transmitancia y resistencia térmica **sólo aplicables a las áreas renovadas**, sin embargo, no contempla rendimiento energético mínimo, como muestra la siguiente tabla.

Tabla 10. Exigencias térmicas en la región de Wallonne para renovaciones importantes o simples. (Fuente: Licar2822.Edification soutenable II-partie HVAC. Geoffrey Van Moeske) [3]

| Requisitos vigentes | Edificios Residenciales | Edificios de oficinas y servicios, edificios para la educación | Edificios con otro destino | Edificios industriales |
|-------------------------------|--|---|---|------------------------|
| Aislamiento térmico | U máx. ó R min (elementos renovados) | U máx. ó R min (elementos renovados) | U máx. ó R min (elementos renovados) | - |
| rendimiento energético | - | - | - | - |
| clima interior | suministro de aire residencial en habitaciones donde se reemplazan marcos de ventanas o puertas exteriores | suministro de aire no-residencial en habitaciones donde se reemplazan marcos de ventanas o puertas exteriores | suministro de aire no-residencial en habitaciones donde se reemplazan marcos de ventanas o puertas exteriores | - |

En el siguiente cuadro se resumen el rendimiento energético para una vivienda de alta eficiencia en Bélgica:

Tabla 11. CUADRO COMPARATIVO VALORES U DE LA REGLAMENTACION PEB por REGIONES. (Fuente: Elaboración propia en base a PEB por región).[24]

| Elemento de la envolvente protegido. | Región de Wallonie | | Región de Brusellas | | Región Flemish/Vlaanderen/ Flandre | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| | PEB, vigente desde 2014 | | | | | |
| | U máx W/m ² K | R min m ² K/W | U máx W/m ² K | R min m ² K/W | U máx W/m ² K | R min m ² K/W |
| Techos | 0,24 | | 0,24 | | 1,0 | - |
| Complejo ventanas | 1,8 | | 1,8 | | 2,0 | |
| Acristalamiento | 1,1 | | 1,1 | | - | |
| Puertas y puertas de | 2,0 | | 2,0 | | 2,0 | - |

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|---|
| garages. | | | | | | |
| Fachadas ligeras | 2,0 | | 0,4 | 2,5 | 1,5 | - |
| acristalamiento | 1,1 | | | | - | - |
| Muros: | | | | | | |
| ◦ Exteriores. | 0,24 | | 0,24 | | 0,24 | - |
| ◦ En contacto con espacio fuera de la envolvente térmica. | | 1,4 | - | 1,4 | - | - |
| ◦ En contacto con el suelo. | | 1,5 | - | 1,5 | 0,24 | |
| Albañilería de vidrio | 2,0 | | 2,0 | | 2,0 | - |
| Pisos en contacto con el exterior o espacio no calefaccionado. | 0,30 | 1,75 | 0,3 | 1,75 | 0,24 | - |
| En el suelo, bodega o espacio fuera de la envolvente térmica. | 0,30 | | 0,24 | | | |
| Muros entre volúmenes aislados. | 1 | | 1 | | 0,6 | |

2.2.8 Patrimonio Cultural en Europa.

La definición del patrimonio “cultural” en Europa, se establece en diferentes acuerdos y declaraciones: [12]

- La carta de Venecia, ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios), 1964.
- Convención del Patrimonio Mundial, UNESCO, 1972
- El documento de Nara sobre Autenticidad, ICOMOS, 1994
- Carta de Cracovia, icomos, 2000. En referencia a la Carta de Venecia, la Carta de Cracovia establece la pluralidad del patrimonio.

Prácticas y aportes individuales a la protección del patrimonio como:

- Pautas irlandesas (Irlanda 2010)
- Proteger y conservar (Agencia Irlandesa de energía 2006)
- Directrices Inglesas (Patrimonio Ingles 2011)

Las edificaciones patrimoniales en Bélgica, se encuentra protegido por diversas convenciones internacionales, leyes nacionales, reglamentos regionales y definiciones basadas en hallazgos y reivindicaciones de interés individuales. Entre ellas: World Heritage Convention, UNESCO, National and Regional Listing, National and Regional Law, Local Value, Local Regulations, Interests of Fund and Legacy, Private Property, Private Integrity, Owner and Authorship.

Cabe mencionar que actualmente en Bélgica, los edificios patrimoniales están exentos de la mayor parte de los requisitos de EPBD (Artículo 3, 2 de la 2010/31/EU). Sin embargo, los estudios indican que existe una conciencia creciente de que la preservación del patrimonio y la preservación de los recursos naturales, son objetivos igualmente importantes.

2.3 Marco presupuestario en Chile.

La oferta presupuestaria estatal se analiza e incluye anualmente en los marcos presupuestarios de Programas de vivienda del gobierno, los que financian adquisición, arriendo, construcción y mejoras de las viviendas. Este último a través del DS N° 255, descrito a continuación.

Título II del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (DS N ° 255)

Subsidios para Reparación y Mejoramiento de Viviendas.

Este subsidio busca interrumpir el deterioro y mejorar la vivienda de familias vulnerables y sectores emergentes, apoyando la financiación de los siguientes trabajos:

Seguridad en el hogar: reparar cimientos, pilares, vigas, cadenas o estructuras de techos y pisos o similares.

Habitabilidad de la vivienda: mejora de las instalaciones sanitarias, eléctricas o de gas; reparación de fugas de paredes y techos; canales y descensos de agua de lluvia; reemplazo de ventanas, puertas, pavimentos, tabiques, cielos o similares.

Mantenimiento de la vivienda: Reparación de ventanas, puertas, pavimentos, tabiques, cielos, pinturas interiores o exteriores o similares.

Mejoramiento de edificios comunes: Mejora de escaleras, corredores comunes, techos en circulación común, protecciones, iluminación u otros similares.

Innovaciones de Eficiencia Energética: colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de agua o similares.

UF 100 a UF 120
€ 3.612 to € 4.335

Subsidios para reparación y mejora de viviendas.

€ 16.478 to € 43.351
€= € 24.99

Subsidios para la mejora del daño por terremoto en las viviendas

En total post terremoto 27F, el gobierno financió 561 viviendas con subsidio patrimonial en Lota. La imagen muestra las viviendas que contaron con este subsidio en Lota Alto.



Figura 7. Cobertura del subsidio patrimonial en Lota post terremoto 27F. (Fuente: Archivo Seremi de vivienda y Urbanismo Región del Bío Bío).

Como vemos en la imagen superior, existen dos modalidades para mejoramiento de vivienda existente a cargo del Ministerio respectivo de Vivienda y Urbanismo.

La modalidad regular, a través del subsidio para reparación de viviendas del programa PPPF, al que se puede optar desde Uf 100 a 120 UF. Y los subsidios especiales, como el de mejora por daño post terremoto o post catástrofes en general. En esta opción, que entendamos no es la regular, el marco presupuestario va desde las UF 464 a las UF 1.221.

En este estudio el monto de inversión de la rehabilitación deberá considerar los montos del programa regular de mejoramiento como referente a cumplir. Sin embargo la evaluación económica será un aspecto a desarrollar en futuras investigaciones ya que el foco del

estudio está puesto en la metodología propuesta.

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO PARA EDIFICACIONES PATRIMONIALES.

La metodología usada para la definición de criterios abordará los dos ámbitos que definen y ordenan la investigación; Patrimonio + Energía. El objetivo de la metodología es crear un procedimiento a través del cual se logre identificar, evaluar e integrar los valores patrimoniales y energéticos en la conservación de las edificaciones patrimoniales con un alto desempeño energético cercano a 0, como se grafica en la siguiente imagen.

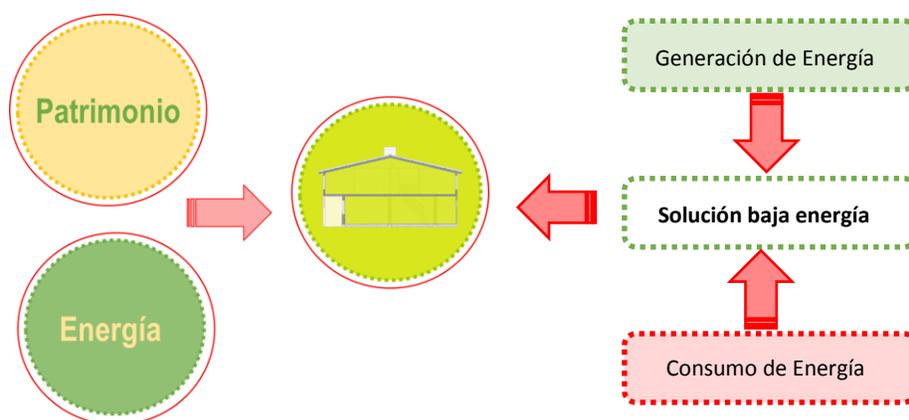


Figura 8. Ilustración de conceptos abordados en la metodología. (Fuente: Elaboración propia.)

Esta metodología buscará equilibrar los valores energéticos y patrimoniales que incorpore el cumplimiento de la base normativa vigente, y a la vez integre propuestas de mejoramiento a la base existente.

3.1 METODOLOGIA DE EVALUACION PATRIMONIAL - P + E ENERGETICA

La metodología propuesta considera 4 etapas, que se han pensado en forma lógica desde una primera aproximación al problema con los antecedentes básicos por temática y su análisis, en donde también se proponen sub-metodologías para la sistematización de la información, pasando luego por el diagnóstico desprendido del análisis, para luego definir los escenarios de intervención y la validación final en donde se incluye la definición de criterios para Chile.

A continuación, se muestra gráficamente la metodología definida para el análisis.

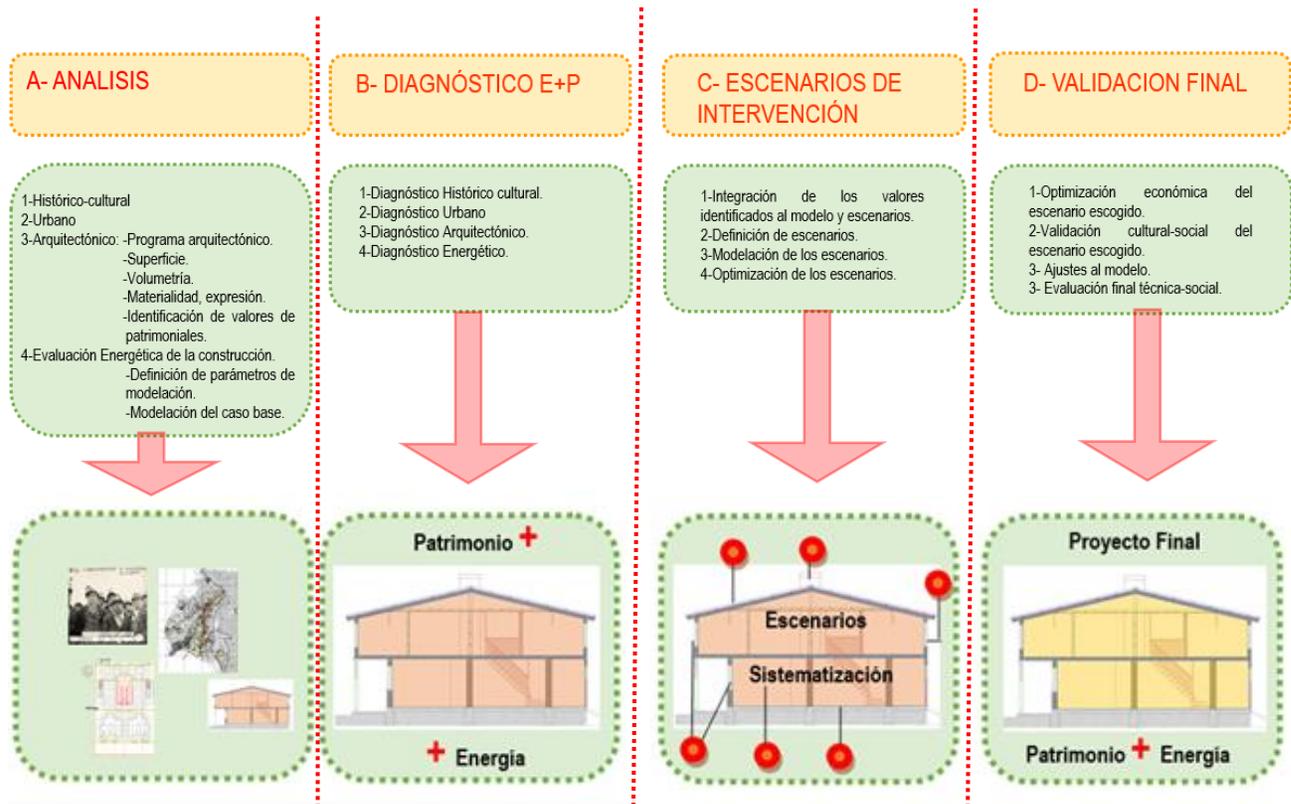


Figura 11. Ilustración de metodología de aplicación de criterios de diseño para edificaciones Patrimoniales. (Fuente: Elaboración propia).

3.2 ANALISIS INTEGRAL PATRIMONIAL – P + E ENERGÉTICO.

En esta etapa se recopila toda la información base sobre el inmueble en estudio que nos permita generar el análisis y la evaluación patrimonial-energética. Corresponde a la etapa de realización de estudios preliminares y análisis de la situación existente.

Para ello se propone utilizar el siguiente orden del análisis con los siguientes requisitos y procesamiento de la información:

3.2.1 Histórico-Cultural.

Revisión del contexto histórico, cultural y sociológico o la situación histórica sobre la cual se origina el proyecto y su relación con el contexto nacional e internacional si lo hubiese.

En esta etapa se debe realizar una descripción y recopilación de antecedentes del periodo histórico dentro del que se construye el inmueble, considerando primeras actividades económicas, configuración de la ciudad, entorno natural, contexto geográfico, características morfológicas territoriales, cercanía a Monumentos Históricos dentro del área de influencia en donde se emplaza el inmueble, eventos naturales a los que se ha visto afecto durante la historia el inmueble e identificación de los daños generados. Entre estos eventos se deben considerar: terremotos, maremotos, aludes, aluviones, inundaciones, incendios, etc.

Identificación de patrimonio inmaterial, actividades culturales y/o costumbristas asociadas al área de emplazamiento del inmueble.

Investigaciones anexas, acceso a relatos e intangibles asociados al inmueble, a través de un proceso participativo con la comunidad involucrada. Encuestas, caminatas, etc.

Registro fotográfico.

3.2.2 Urbano.

Implica un análisis del edificio y su entorno cercano y a una escala espacial urbana, identificando el impacto del edificio en el contexto urbano. Además, se debe realizar un estudio de las condicionantes normativas a las que se acoge el inmueble. Todo esto implica la revisión de:

- Identificación y datos de entrada del inmueble.

Tabla 12. Matriz de datos de entrada del inmueble. (Fuente: Elaboración propia).

| | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------|----------------------|
| Nombre inmueble: | Ejemplo | Ubicación | Calle XXX |
| Morfología urbana | Manzana | Sistema agrupamiento | Continuo |
| Superficie terreno | 160 m ² | Superficie edificada | 55,45 m ² |
| Antejardín | No | Rol | |
| Estado de conservación inmueble | Bueno | Grado de alteración inmueble | Sin modificación |
| | Regular | | Poco modificado |
| | Malo | | Muy modificado |
| Destino posible para rehabilitación | Vivienda, Comercio, Equipamiento, Servicios, Otros. | Data construcción | 1890 |

-Instrumento de Planificación Territorial vigente. Implica la revisión de instrumentos de planificación metropolitanos, intercomunales, comunales, seccionales y ordenanzas locales.

-Declaratorias del Consejo de Monumentos Nacionales, contempladas en la Ley 17.288.

-Declaratorias del Ministerio de Desarrollo Social, de ADI (Área de Desarrollo Indígena), en este caso los proyectos deben contar con un proceso participativo que incluya la consulta indígena según la metodología específica desarrollada por MIDESO.

-Revisión de estudios, declaratorias o investigaciones en proceso.

-Revisión de inclusión en DIA o EIA del Ministerio del Medio Ambiente a través del SEA.

-Catastro de iniciativas para propuestas de ZCH, MH o ICH, en el área de influencia del proyecto.

-Identificación de iniciativas de inversión en el área de influencia del proyecto.

- **Identificación de valores y atributos patrimoniales ambientales**, es decir, se debe considerar el impacto del inmueble en el paisaje Urbano, en el conjunto o unidades morfológicas urbanas de las que es parte o se encuentran cercanas, el aporte que pueda generar a los elementos de valor patrimonial del entorno, los aspectos históricos, sociales y económicos. Para ello se adjunta una matriz de valoración urbana con referencia a la tabla de valoración de la DDU 400 y adecuaciones en la descripción de conceptos a los requerimientos de la investigación.

Para la definición de valores se entenderá por:

Carácter Ambiental y Propio: Los elementos **arquitectónicos, urbanos**, de **paisaje** u otros que **definan las características sustanciales de un determinado bien o conjunto** y su entorno, que reflejen las fases significativas de su desarrollo, construcción, utilización y transformación, en los diferentes períodos del tiempo o de su propia historia. (Extraído del reglamento sobre zonas típicas o pintorescas de la Ley N° 17.288).

Valor histórico: aportó o está directamente relacionado con un periodo específico de la historia del país.

Valor urbano: aporte a la definición de una pieza urbana, paisaje urbano, espacio urbano, hito dentro de la ciudad, función o actividad característico de la ciudad.

Valor arquitectónico: a nivel de del edificio considera el estudio de las proporciones, armonía de la composición, autoría del diseño de proyectista reconocido, expresión, forma, materialidad, tipología, originalidad, sistema constructivo, estado técnico de la edificación.

Valor social: aporte a la cohesión social a algún otro sistema de relaciones sociales particulares, aportado al desarrollo de la sociedad en el área de influencia del proyecto.

Valor económico: aporte al desarrollo de la economía local, oficio local o sistema tecnológico.

Las escalas de valores van del 0 al 2 siendo 2 el puntaje máximo, lo que indica el mayor grado de cumplimiento del valor evaluado. El puntaje máximo a obtener es de 24 puntos y el mínimo para clasificar como inmueble de conservación histórica es de 10 puntos.

A cada atributo se le denomina con letras de la A a la C, representando en cada valor una característica distinta a cuantificar. Se trata de llevar una expresión cualitativa a un valor cuantitativo. La valoración se realiza en escala de 0 a 2, siendo 2 el puntaje mayor, como muestra la siguiente tabla.

Matriz 1. VALORACIÓN AMBIENTAL DEL INMUEBLE. (Fuente: Elaboración propia adaptada a partir de tabla de valoración Circular MINVU DDU 400 de fecha 12.02.18). [34]

| Valor | Atributo | Definición | Puntos |
|----------------|------------------------------|---|--------|
| Urbano | A-Imagen | Aporte destacado al paisaje urbano | 2 |
| | | Aporte medio al paisaje urbano | 1 |
| | | No aporta al paisaje urbano | 0 |
| | B-Conjunto | Articula y es determinante en un conjunto o zona de valor patrimonial. | 2 |
| | | Forma parte de un conjunto o zona de valor patrimonial. | 1 |
| | | No forma parte de un conjunto o zona de valor patrimonial. | 0 |
| | C-Entorno patrimonial | Se destaca por valorizar al inmueble. | 2 |
| | | No afecta al inmueble. | 1 |
| | | Desvaloriza el inmueble. | 0 |
| Arquitectónico | A-Representatividad | Es un referente o pionero de un estilo o tipología arquitectónica o de un autor reconocido. | 2 |
| | | Es característico de un estilo o | 1 |

| | | | |
|------------------|---------------------------------------|---|---|
| | | tipología. | |
| | | No es caracterisitico de una tipología. | 0 |
| | B-Singularidad | Es un inmueble unico en su estilo o tipología. | 2 |
| | | Es un ejemplo escaso de un estilo o tipología. | 1 |
| | | No es singular. | 0 |
| | C-Morfología | Es un inmueble de gran calidad estética y arquitectónica. | 2 |
| | | Es un inmubel de calidad estetica y arquitectónica. | 1 |
| | | No es un inmubel de calidad estetica y arquiteónica. | 0 |
| Histórico | A-Relevancia | Esta vinculado a un acontecimiento historico relevante de la historia nacional. | 2 |
| | | Esta vinculado a un acontecimiento historico relevante de la historia local. | 1 |
| | | No está vinculado a un acontecimiento históricos. | 0 |
| | B-Proteccion legal | Inserto dentro de una zona típica. | 2 |
| | | Inserto en en ZCH | 1 |
| | | No se localiza en una zona patrimonial con protección oficial. | 0 |
| | C-Registrado por especialistas | Esta publicado o puede generar investigaciones. | 2 |
| | | Puede contribuir a generar estudios o investigaciones | 1 |
| | | No presenta interés alguno para su estudio. | 0 |
| Económico | A-Impacto del inmueble en el | Independiente de su estado de conservacion, genera un alto impacto | 2 |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| | entorno. | positivo en su entorno inmediato, el que puede propiciar acciones para su recuperacion o revitalizacion. | |
| | | Independientemente de su estado de conservacion, genera un impacto positivo en su entorno. | 1 |
| | | No genera impacto positivo en su entorno. | 0 |
| | B -Estado de conservacion del entorno. | Las construcciones del entorno inmediato estan en buen esatdo de conservacion, y pueden contribuir a potenciar el valor patrimonial del inmueble. | 2 |
| | | Las construcciones que se encuentran en su entorno inmediato, independientemente de su estado de conservación, son suceptibles a procesos de recuperación rentables. | 1 |
| | | Las construcciones que se encuentran en su entorno, presentan un gran deterioro y su recuperacion no es rentable. | 0 |
| Social | A -Percepción de la comunidad | Es identificado y valorado como patrimonio importante. | 2 |
| | | Es mencionado como patrimonio. | 1 |
| | | No es mencionado. | 0 |
| Puntaje Total | | | |

3.2.3 Arquitectónico patrimonial.

Dentro de este análisis consideraremos todo lo que tiene relación con el nivel del edificio. Es decir, incluye la revisión de todos los antecedentes generales y específicos, así como las solicitudes de clientes u otros actores claves y todo lo relacionado con la organización, el funcionamiento y las características energéticas y técnicas. Entre ellos:

- Antecedentes administrativos y legales entre los que se incluyen: legales relativos a la identificación del inmueble, antecedentes de la propiedad del inmueble. Si es individual, colectivo etc., indicar si existe factores relevantes que obstaculicen su rehabilitación.
- Reseña tipológica del inmueble. Deberá ser capaz de situar la obra en un periodo de tiempo y estilo arquitectónico determinado. E incluir información del autor si existe información.
- Especificaciones técnicas de la situación actual, sin modificaciones.
- Análisis estructural. Reconociendo elementos dañados, con patologías y riesgos presentes.
- Análisis del estado de conservación que posibilite las mejoras del inmueble y las medidas prioritarias a abordar para su recuperación física y definición de aptitudes de rehabilitación de acuerdo al uso actual y posibles usos futuros.
- Antecedentes planimétricos a nivel de arquitectura incluyendo el levantamiento original del inmueble, especialidades si existen y detalles constructivos.
- Registro fotográfico, que muestre la situación actual, los daños, las condiciones de uso del inmueble entre otros.
- Análisis del programa arquitectónico para definir posibles adecuaciones de acuerdo a un objetivo acordado con el mandante. Entre estos objetivos pueden estar la mejora de las condiciones de habitabilidad que implica modificación del programa arquitectónico y superficies, como también la disminución del consumo energético y la preservación de los valores y atributos patrimoniales, o la mejora de iluminación natural, flexibilidad programática, mejoramientos de servicios, adecuación a los cumplimientos normativos actuales entre los que podemos mencionar en primera instancia el cumplimiento de la reglamentación térmica, ley de accesibilidad universal, ley de ascensores, leyes requeridas por el ministerio de Medio Ambiente, dependiendo del uso del proyecto.

En este ítem un aspecto importante a revisar tiene relación con las condiciones de habitabilidad en la vivienda y la calidad en términos de si cuentan o no con las superficies adecuadas por recinto.

En este sentido en Chile no existe un estándar para evaluar la suficiencia de superficie de los recintos que componen la vivienda. Sólo contamos con requerimientos de programa arquitectónico mínimo para viviendas sociales, los que incluyen superficies mínimas por recinto, y total construido dependiendo del tipo de vivienda. El valor total de superficie mínima se modificó el año 2012, aumentando de 38 a 45 m² la superficie útil mínima construida para la vivienda social, según lo estipula el D.S 49 del MINVU. Cuando la familia tenga cinco o más miembros, o cuatro integrantes con un adulto mayor, recibirá una vivienda de 50 metros cuadrados. Los departamentos, en tanto, tendrán una superficie mínima de 55 metros cuadrados, en los cuales se distribuyen un estar-comedor, cocina, logia, baños, tres dormitorios y una terraza.

Tabla 13. Programa arquitectónico mínimo de vivienda social. (Fuente: Elaboración propia en base a Resolución Exenta MINVU N° 7712 de fecha 16.06.17. Modifica cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario, para proyectos del programa Fondo Solidario de Elección de Viviendas D.S 49 (V Y U) de 2011). [31]

| Recinto | Ancho mínimo en mts | Largo máximo en mts | Sup. Mínima en m ² |
|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Dormitorio principal | 2.6 | 5.5 | 14,3 |
| Dormitorio 2 camas | 2.2 | 6.5 | 14,3 |
| Dormitorio 1 cama | 1.6 | 2.81 | 4,5 |
| Comedor | 1.5 | 2.4 | 3.6 |
| Estar | 2.1 | 1.7 | 3.57 |
| Cocina | 1.3 | 3,92 | 5.09 |
| Baños | 1,1 | 3.18 | 2.72 |
| Logia | 1.1 | 1.85 | 2 |
| Circulaciones | 0,7 | - | - |

| | | | |
|--|-----|---|--------------|
| Escalera interior | 0,7 | - | - |
| Closet | 0.5 | - | - |
| Superficie mínima exigida en subsidios. | | | 45 m2 |

- Inventario o catastro del inmueble, incluye la identificación de obras, materiales y degradaciones.
- **Identificación de valores y atributos patrimoniales a resguardar en el inmueble.** Para definir los elementos del inmueble que debemos preservar se debe realizar la construcción de una imagen objetivo patrimonial, que sea coherente y defina una tipología o estilo arquitectónico, en la que se identifican los elementos que desde el punto de vista compositivo de la arquitectura tienen mayor relevancia. En esta etapa es necesario identificar, calificar, valorizar y jerarquizar estos elementos.



Figura 12: Elementos a valorizar en los inmuebles patrimoniales. (Fuente: Elaboración propia)

Posteriormente, se consolidarán los elementos obtenidos para valores identificados en las fichas de valoración ambiental del inmueble, considerando la siguiente metodología en una Matriz de Valoración de elementos patrimoniales:

En este ítem se deberán definir el grado de protección de los elementos de diseño identificados. Es decir, definir qué elementos no pueden ser eliminados, cuáles pueden ser objeto de

intervenciones y cuáles pueden ser intervenidos en mayor magnitud en la medida que no alteren negativamente los valores y ámbitos patrimoniales exteriores e interiores. Para ello se ha diseñado una matriz de valoración de elementos patrimoniales del inmueble en donde se define y analiza cada elemento a proteger y se relaciona a ámbitos, valores y criterios a fin de sistematizar el análisis y definir un puntaje sobre cada valor de acuerdo a las siguientes definiciones:

2: Alto, considera los elementos que definen características morfológicas relevantes del inmueble, por tanto, no podrán ser eliminados o sometidos a alguna acción que modifique su forma original. Para estos elementos, sólo se permitirá realizar labores de mantención y restauración.

1: Medio, se incluyen acá elementos que, si bien definen características relevantes del inmueble, podrán ser afectas a intervenciones menores con la finalidad de mejorar aspectos parciales de sus características morfológicas.

0: Bajo, corresponden a elementos que no son relevantes en la definición de las características morfológicas del inmueble. Por tanto, pueden estar afectos a intervenciones mayores siempre y cuando las modificaciones propuestas no alteren negativamente los valores y atributos patrimoniales del inmueble.

Matriz 2: VALORACION DE ELEMENTOS PATRIMONIALES. (Fuente: Elaboración propia).

| Ámbito | Criterio | Tipo de elemento | Características | Puntos |
|--------------|---|--------------------------------|--|--------|
| «Entorno | Integración y armonía con el medioambiente | Ej: Construcción en pendiente. | Respeto las características propias del entorno. | 2 |
| | Paisaje Urbano | Ej: Pabellón. | Aporta a la conformación del paisaje urbano. | 1 |
| | Morfología Urbana | Ej: Palafitos | Descripción del tipo. | 0 |
| | Pavimentos exteriores | Ej: Adoquín | Piedra de la zona | |
| | Elementos vegetales: entorno/jardines inmuebles | Ej: Arboles adultos | Nativos | |
| | Patios | Ej: Interior | Conforma espacio central | |
| | Elementos construidos | Ej: Bebederos con noria | Construidos en piedra | |
| | Cierros | Ej: Madera | Tallados | |
| «Morfología. | Forma/volumen | Rectangular homogénea | Conforma tipología característica | |
| | Altura | 12 mts | Acorde a tipología | |
| | Techumbre | A dos aguas | a 1 agua, a 2 aguas, plana, inclinada, pendiente, etc. | |
| | Cumbrera | Paralela a la calle | ubicación de la cumbrera en techumbre | |

| Otros elementos formales | | | |
|---|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| ◦ Expresión exterior/ Interior (definir si se incorporan ambas o sólo una de acuerdo al caso a caso) | Composición de la fachada | Puertas, ventanas | Pequeños vanos |
| | Ritmo | Pilares, puertas y ventanas. | Regular |
| | Materialidad | Madera | Tinglada horizontal |
| | Color | Rojo, café | Combinado en primer y segundo nivel |
| ◦ Elementos constructivos exteriores | Vigas a la vista | | |
| | Frisos | | |
| | Jabalcones | Sí | De madera |
| | Pilares | Sí | De madera, gran escuadría. |
| | Complejo de ventanas | | |
| | Complejo de puertas | | |
| | Aleros | | |
| | Frontones | | |
| | Amarras | | |
| | Paramentos verticales | | |
| ◦ Elementos constructivos interiores. | Pavimentos | Sí | Madera nativa |
| | Mobiliario | Chimenea | En obra |
| | Instalaciones | | |
| | Cielos | | |
| | Otros | | |
| ◦ Elementos Ornamentales Exteriores. | Lámparas | | |
| | Jardineras | | |
| | Protecciones | Sí | Fierro forjado |
| | Postigos | | |
| ◦ Elementos Ornamentales Interiores. | Tímpanos | | |
| | Protecciones | | |
| | Cornisas | | |
| | Otros | | |

A la evaluación anterior se debe incorporar la evaluación social aplicada a los diversos actores involucrados con la rehabilitación del inmueble. Para ello podrán utilizar diversas metodologías las que se definirán dependiendo del tipo de inmueble y actores. Los resultados obtenidos deberán ser incorporados a matriz anterior.

- **Análisis patológico**, que identifique los daños que presenta el inmueble, sus posibles causas, riesgos y aptitudes de rehabilitación. De acuerdo con la siguiente tabla de clasificación y valoración de los daños.

Matriz 3: **DIAGNOSTICO PATOLÓGICO**. (Fuente: Elaboración propia en base a Sustainable Construction, Building Performance Simulation and Asset and Maintenance management [7]).

| Elemento | Imagen | Tipo de patología | Riesgo de la patología | Causa probable | Comentarios |
|--|--------|------------------------------|------------------------|----------------|-------------|
| Muro sur | | Fisura | Mínimo | Proyecto | |
| Muros norte | | Humedad | Regular | Ejecución | |
| Ventanas | | Oxidación | Critico | Mantenimiento | |
| Puertas | | Ataque de insectos xilófagos | | Otros | |
| Pilares | | Deformaciones | | | |
| Entrepisos | | Pudrición | | | |
| Identificación del problema patológico predominante: | | | | | |

3.2.4 Evaluación Energética del inmueble.

En esta etapa corresponde conocer la situación actual energética del inmueble en estudio, considerando sus demandas de calefacción, electricidad y refrigeración si existiera. Lo primero que debemos realizar es tomar las decisiones adecuadas que nos permitan modelar nuestro inmueble.

Análisis de las condiciones climáticas.

Es necesario definir el tipo de clima con sus características de temperaturas, humedad relativa, vientos predominantes, radiación solar, tipos de cielos predominantes, rango de confort operativo y todo lo necesario para el correcto análisis y posterior propuesta de intervenciones.

Definición de parámetros de modelación.

De acuerdo con el objetivo de la rehabilitación se debe definir cuál será el volumen que se analizará y que consideraremos como envolvente térmica del inmueble. De igual forma debemos definir las condiciones de borde a considerar: orientación, densidad de ocupación, programación de los períodos de uso en la vivienda, metabolismo de las personas que habitan el inmueble, infiltraciones de aire, tipo de ventilación, etc.

Modelación del caso base.

Se debe aplicar criterio para definir qué elementos anexos a la envolvente deberemos considerar. En el caso de los inmuebles patrimoniales la simplificación del volumen es fundamental y no difiere de una simulación habitual de otro tipo de edificio. Es decir, se deben considerar todos los elementos que configuran una condición térmica o energética, y se deben incluir como bloques de componentes los elementos externos que tengan algún efecto en el análisis como, por ejemplo, aleros, protecciones solares, volúmenes vecinos que arrojen sobras a las fachadas de nuestro edificio, etc. Los elementos ornamentales que no impliquen requerimientos energéticos no es necesario moderarlos. Es importante en este tipo de modelación el tratamiento de vanos y la ubicación de ventanas y puertas en los marcos, ya que generalmente los muros de este tipo de inmuebles pueden poseer espesores mayores a los habituales.

La modelación del inmueble nos permitirá conocer los valores energéticos de la envolvente por elemento constructivo y sus características de aislación térmica.

Análisis energético del caso base.

En donde se analizará el rendimiento energético de la vivienda a rehabilitar considerando, transmitancia térmica de los elementos constructivos, rangos de permanencia en la zona de confort operativo de los recintos, demanda y consumo energético.

3.3 DIAGNOSTICO INTEGRADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES. 

Esta etapa nos permitirá comparar los resultados de los análisis precedentes y corroborar o proponer un objetivo que logre compatibilizar los requerimientos energéticos y valores patrimoniales identificados y valorados. Posteriormente esto, nos permite definir nuestro enfoque y marco de trabajo.

3.3.1 Diagnóstico Energético.

En este punto se analiza el rendimiento energético del inmueble a través de los resultados obtenidos para los valores de transmitancia térmica de todos los elementos constructivos, las demandas energéticas y la permanencia del inmueble en el rango de confort adaptativo, de acuerdo con su condición geográfica particular. Los resultados son comparados con el

cumplimiento normativo nacional y al estándar Belga definido en este estudio. Se desarrolla este punto de acuerdo con tabla anexa que asigna puntaje a cada ítem. Es importante definir de acuerdo con el análisis local, los meses a evaluar en las zonas de confort, ya que no necesariamente estos coinciden con los equinoccios y solsticios. Es decir, puede suceder que el mes con el promedio más bajo de temperaturas no sea junio, por ejemplo.

Los resultados se registrarán en las siguientes tablas:

Tabla 14: Identificación de demanda energética del caso base y confort térmico. (Fuente: Elaboración propia).

| ac/h= | Caso Base | % de permanencia en el rango de confort térmico adaptativo CASO BASE. |
|----------------------------------|-----------|--|
| Demandas | | |
| Calefacción kwh/m ² | | Mes |
| Electricidad kwh/m ² | | Enero |
| Refrigeración kwh/m ² | | Marzo/ Septiembre |
| Total | | Julio |

Tabla 15: Identificación de indicadores térmicos y cumplimiento normativo. (Fuente: Elaboración propia).

| Elemento constructivo | Espesor elemento constructivo | Espesor aislación | Material Aislación | Valor (w/m2k) | U | Referente norma. Art. 4.1.10 = U | Referente Belga región de Bruxelles capital. U |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------|---|----------------------------------|--|
| Muro albañilería | | | | | | 1,7 | 0,24 |
| Tabique perimetral | | | | | | 1,7 | 0,24 |
| Techumbre | | | | | | 0,38 | 0,24 |
| Ventanas | | | | | | Menos del 60% | 1,8 |
| Piso | | | | | | - | 0,3 |
| Piso ventilado | | | | | | 0,6 | 0,3 |

3.3.2 Diagnóstico Patrimonial.

Del análisis de la tabla de valoración de elementos patrimoniales y la tabla de valoración ambiental del inmueble, obtendremos dos dimensiones que nos permitirán tomar decisiones para la calificación de los impactos de las propuestas de intervención en los valores patrimoniales. La primera dimensión aborda la jerarquización de los valores generales del inmueble definidos como urbano, arquitectónico, histórico, económico y social y sus respectivos atributos. Luego del análisis

específico de estos elementos podremos cruzar la coherencia en la jerarquización de éstos con los valores generales, y a la vez podremos identificar en forma precisa donde y como focalizar las intervenciones a través de la jerarquización de elementos patrimoniales.

3.3.3 Identificación del Marco de Trabajo de la rehabilitación.

De acuerdo con el análisis anterior, se podrá definir cuál es problema principal que nuestra rehabilitación quiere resolver. Todas las propuestas de rehabilitación o escenarios deben ser coherentes con el problema identificado. El problema puede ser, por ejemplo, un tema de salubridad, de habitabilidad, de programa arquitectónico, etc.

3.4 ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN.

En esta etapa, se definen las propuestas de intervención o escenarios, las que deberán ser coherentes y compatibles con los resultados obtenidos en la etapa anterior e integrar los valores patrimoniales y energéticos definidos con propuestas concretas para dar solución al marco de trabajo definido. Por tanto, los escenarios deberán proponer, enumerar y evaluar medidas de ahorro de energía y rescate identitario, y consolidarlas para luego definir la solución más óptima a la resolución del problema.

3.4.1 Compatibilidad de valores Patrimoniales-Energéticos.

Para integrar los valores patrimoniales y energéticos en un escenario que sea compatible con ambos ámbitos se ha diseñado una “Matriz de Compatibilidad” en donde se registran e integran los resultados de ambas evaluaciones. Para determinar el grado de compatibilidad de los resultados del análisis patrimonial y energético se evaluará el impacto que las propuestas energéticas generan sobre los valores patrimoniales. Para ello se ha definido el grado de compatibilidad de cada uno considerando los resultados de Matriz de Valoración Ambiental, Matriz de Valoración de Elementos Patrimoniales y Matrices de evaluación de desempeño y confort energético. De acuerdo a las siguientes definiciones:

A: Alto, considera modificaciones en el inmueble que no representan un riesgo para los valores patrimoniales, ya que puede realizar modificaciones mayores en elementos con puntaje 0 en la Matriz de Valoración de Elementos Patrimoniales, y también puede realizar modificaciones menores en elementos con calificación 1 o realiza modificaciones que no son perceptibles a nivel morfológico y de imagen.

M: Medio, es posible la intervención condicionada a la no modificación de valores en Elementos Patrimoniales con puntaje 2 definidos en Matriz de Valoración, los que deberán mantener sus características constructivas y morfológicas originales. Estas intervenciones serán del tipo restauración ó mantención, por tanto las modificaciones serán menores y/o parciales, resguardando la preservación de elementos patrimoniales. A la vez, permite realizar modificaciones menores a elementos con puntaje 1 para mejorar sus características morfológicas.

B: Bajo, las modificaciones no son recomendables ya que afectan negativamente a los valores patrimoniales identificados, significando lo perdida de una característica relevante del inmueble.

Matriz 4: MATRIZ DE COMPATIBILIDAD PATRIMONIAL-ENERGETICA. (Fuente: Elaboración propia).

| ENERGÍA | | Grado de compatibilidad | de PATRIMONIO | |
|---|----------|--|---------------|--------------------------|
| Aspectos a mejorar | A-M-B | Comentarios | | Tipo de elemento |
| Ej: Mejoramiento aislación en cubierta. | A | Conserva valores del ámbito morfológica. | | -Techumbre -Cumbreira |

Cada aspecto a mejorar se relaciona con un tipo de elemento identificado en la Matriz de Valoración de Elementos Patrimoniales al que ha sido asignado un grado de protección a respetar, el que debe ser cotejado para determinar el grado de compatibilidad en la matriz anterior.

3.4.2 Definición de escenarios.

Las herramientas de análisis y sistematización de la información elaborada permitirán la definición de escenarios de intervención basados en el marco de trabajo para la rehabilitación. El ámbito patrimonial y el energético son analizados por separado a través de las matrices definidas para cada caso y posteriormente los resultados son integrados en una matriz de compatibilidad a través de la definición de estrategias para la eficiencia y confort para posteriormente cruzarlos con los valores patrimoniales definidos y elaborar la propuesta de escenarios compatibles que serán evaluados energéticamente, como muestra el siguiente mapa.

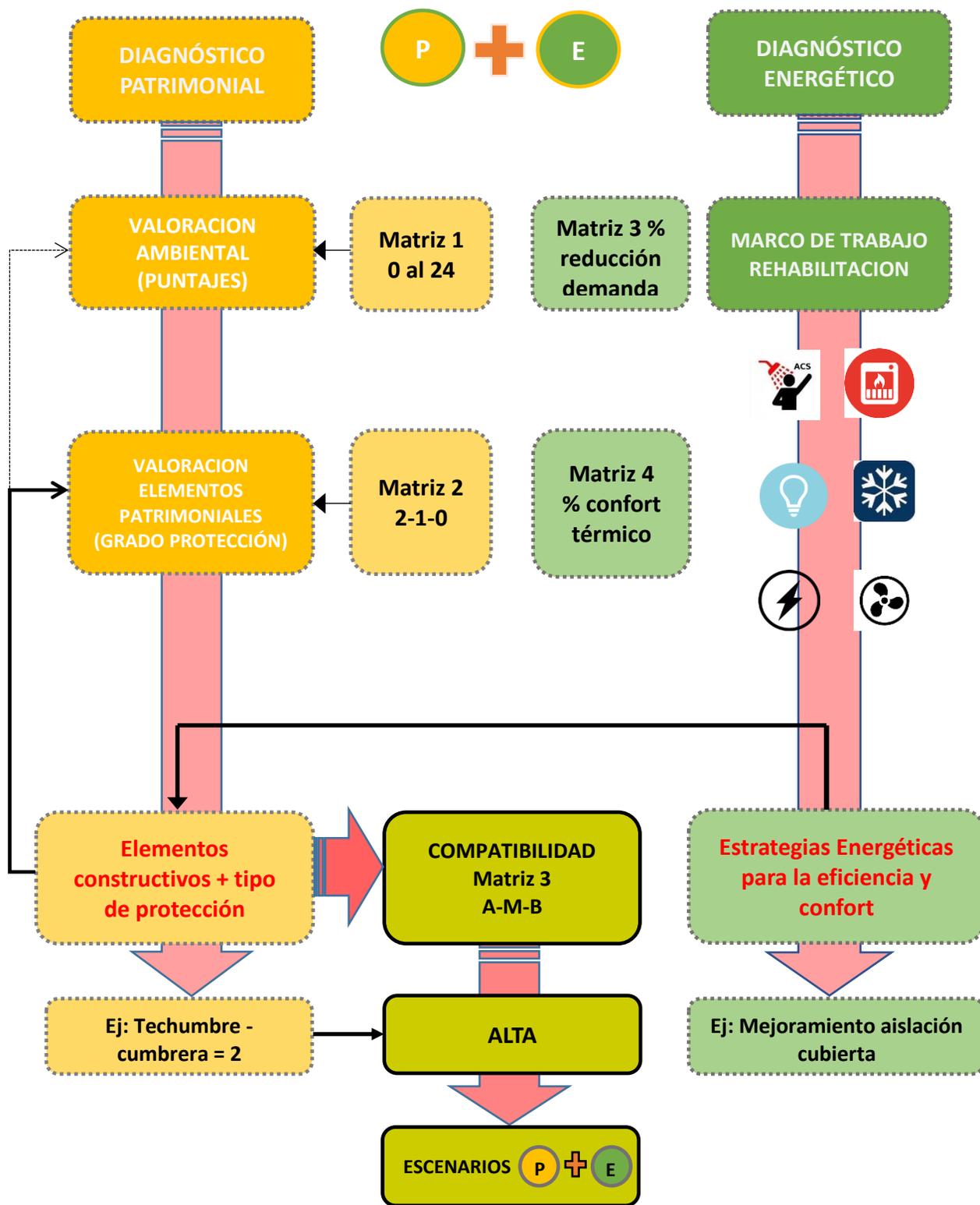


Figura 13. Mapa de aplicación metodología para la Rehabilitación Energética de edificaciones Patrimoniales en Chile. (Fuente: Elaboración propia.)

Los escenarios pueden incluir:

- Rediseño pasivo. Esto implica adecuar el programa arquitectónico a los nuevos requerimientos de rehabilitación, modificación de la superficie, modificación de la volumetría del edificio, que propicie las ganancias solares y mejore el desempeño energético del edificio a través del diseño.
- Aislación y hermeticidad.
- Incorporación de sistemas activos de calefacción y enfriamiento.
- Incorporación de sistemas de recuperación de calor.
- Incorporación de sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)
- Iluminación natural y artificial.
- Ventanas y puertas.
- Ventilación y protecciones solares.
- Integración de sistemas de energía renovables no convencionales.
- Sistemas de eficiencia en el uso del agua, recuperación y almacenamiento.

En este tipo de construcciones con datas antiguas construidas sin exigencias térmicas y constructivas actuales, el primer criterio debe ser el lograr el cumplimiento normativo de la actual reglamentación térmica en las zonas a rehabilitar o en nuevos recintos del inmueble. Es decir, aislación térmica interior o exterior, dependiendo de las condiciones que cada caso permita. Cabe señalar que no sería recomendable sobrecargar las mejoras del edificio al cumplimiento de estándares mayores que no sean factibles de implementar, por lo tanto debe existir criterio para la exigencia de las condiciones ya que cada caso es particular.

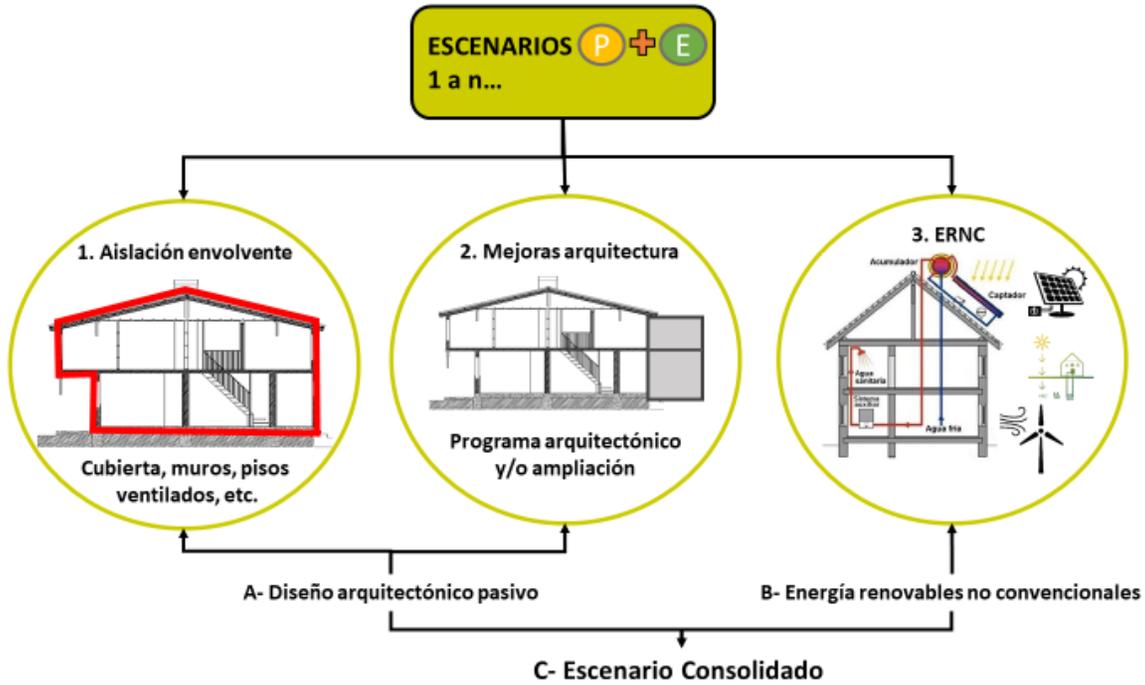


Figura 14. Ilustración definición de Escenarios Compatibles. (Fuente: Elaboración propia)

Los escenarios compatibles deben apuntar en primera instancia a la reducción de la demanda de energía, posteriormente a la incorporación de ERNC para compensar las demandas existentes y por último si es posible desde el punto de vista del financiamiento se evalúa un escenario consolidado que incorpore los mejores resultados obtenidos en la simulación de los escenarios anteriores.

Para el análisis energético final, se utilizarán las siguientes matrices en cada escenario definido.

Matriz 5. **MATRIZ DE EVALUACION ENERGETICA DE LOS ESCENARIOS DEFINIDOS.** (Fuente: Elaboración propia).

| Estrategias/ Escenarios | Elemento modificado | Solución constructiva | | Resultados | | % reducción demanda. |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | | Materialidad constructivo. | elemento constructivo. | Espesor aislación en mm | Valor U= w/m ² °C | |
| Escenario | Caso Base | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Mejor desempeño | |
| Demandas kwh/m² | | | | | | |
| Calefacción | | | | | | |
| Electricidad | | | | | | |
| Refrigeración | | | | | | |
| Total | | | | | | |
| % ahorro demanda total | | | | | | |

Matriz 6. **CONFORT TERMICO OPERATIVO.** (Fuente: Elaboración propia).

| Mes | % permanencia Zona confort térmico operativo. | | | |
|----------------------|---|-------------|-------------|-------------|
| | Caso Base | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
| Enero | | | | |
| Marzo/ Septiembre | | | | |
| Julio | | | | |

3.5 VALIDACIÓN FINAL.

Comprende todos los ajustes al modelo, que se desprendan del estudio de la optimización económica de las soluciones y del proceso de validación participativo en el que se deben integrar a todos los actores involucrados. Es decir, propietarios, mandantes, organismos públicos involucrados en procesos de revisión, aprobación y obtención de permisos de edificación, comunidad en general que se vea afectada por el proyecto, equipos técnicos del ámbito de la arquitectura, construcción, social de acuerdo a cada caso específico (historiadores, antropólogos, sociólogos, arqueólogos, etc.)

CAPITULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL CASO DE ESTUDIO.

4.1 ANÁLISIS INTEGRAL PATRIMONIAL - ENERGÉTICO.

4.1.1 Histórico-Cultural. La ciudad histórica de Lota.

Lota surgió como enclave en la época colonial, con la construcción del Fuerte de Lota (declarado Monumento Histórico el año 1926). En 1662 se fundó la ciudad con el nombre de Santa María de Guadalupe en el actual sector de Lota Bajo, con la estructura urbana del damero español, para luego adquirir el nombre indígena "Louta" o "pequeño caserío". El asentamiento adquirió relevancia a mediados del siglo XIX con la explotación del carbón; su extracción en Lota se inició en 1840 y en 1852 Matías Cousiño fundó la "Compañía Carbonífera e Industrial de Lota". [38, 37]

El Sector de Lota Alto pertenece a un segundo periodo de crecimiento de la ciudad, con pabellones de vivienda estructurados a lo largo de la vía principal Av. Carlos Cousiño. Las distintas tipologías de pabellones son características de Lota y aún se mantienen con un alto grado de autenticidad. Luego del terremoto de febrero de 2010, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo generó un plan de recuperación patrimonial de estos inmuebles.

Los valores que se identifican son históricos, arquitectónicos y constructivos y de valor social. Mientras que sus atributos son las distintas tipologías de pabellones, su trazado en base a la avenida principal Carlos Cousiño, las veredas de ladrillos de la fábrica "Lota Green", los hornos de barro (5) y lavaderos comunitarios (2), el edificio de equipamiento; teatro de Lota Alto y la Iglesia Parroquial San Matías Apóstol.[38,37]

Pique de extracción de carbón



Lavaderos originales



Hornos existentes



Pabellón 49, condiciones originales.



Pabellón 83, condiciones originales.



Pique de extracción



Mineros del carbón



Iglesia Matías Apóstol



Pique Carlos



Avenida Carlos Cousiño



Pabellón original



Palacio Cousiño.



Figura 15. Imágenes ciudad de Lota. (Fuente: Elaboración propia en base a registro fotográfico WEB)

La vivienda obrera de Lota, conocida popularmente como “pabellones” se define a partir de una arquitectura modular en madera, siguiendo prototipos de campamentos mineros ingleses. En la mayoría de los casos el primer piso se construye en albañilería y el segundo y tercero con estructura de madera. [37, 38]

Los pabellones mineros son conjuntos habitacionales destinados a la habitación de las familias de los obreros del carbón. Si consideramos la data de construcción de los pabellones en Lota Alto encontramos 4 categorías:

1. Construidos en el siglo XIX, en cian.
2. Construidos entre 1900 y 1903, período Carlos Cousiño, en amarillo.
3. Construidos entre 1930 y 1939, en naranja.
4. Construidos entre 1939-1952, período centenario, en rojo.

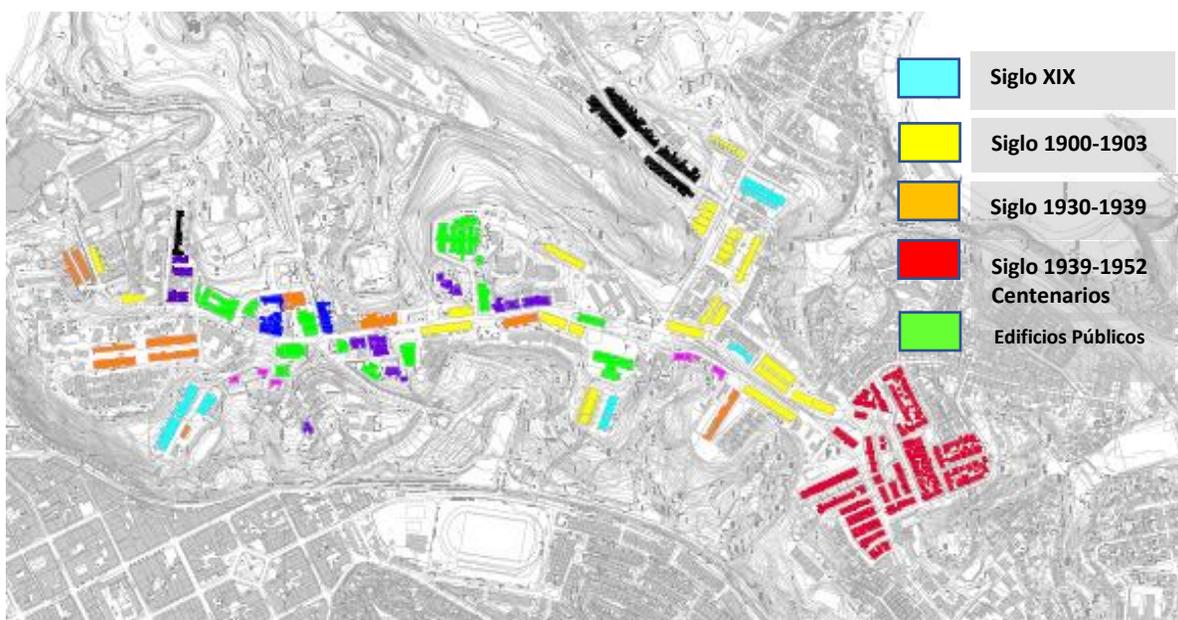


Figura 16. Plano ubicación tipologías pabellones según periodo histórico de construcción. (Fuente: Plan de Protección Legal del Patrimonio de Lota CMN, Municipalidad de Lota)

Sí consideramos su sistema constructivo y materialidad, se pueden clasificar en cuatro tipos, cada uno de ellos representa una época histórica del desarrollo de la ciudad.

1. Pabellón de madera.

Corresponden a los primeros pabellones que se construyeron en la ciudad. Los primeros mineros provenían del campo por lo tanto estos pabellones reciben esa influencia, y fueron construidos originalmente en un solo nivel con corredor incluido. Posteriormente se extienden a un segundo nivel, también en madera con instalación de ventanales en la techumbre.

2. Pabellón de albañilería simple de ladrillo en primer nivel y madera en segundo nivel.

Esta tipología incorpora el diseño de arquitectos que basaron sus modelos en prototipos de campamentos ingleses mineros. Desde su inicio se incluyó segundo nivel y corredor. El sistema constructivo no es muy dominado aún, por lo que se encuentra presencia de madera en algunas construcciones.

3. Pabellones de albañilería reforzada.

Se construyeron en las primeras décadas del siglo XX, en ese entonces aún no se dominaba la técnica del hormigón armado. Se caracterizan por poseer una marquesina en las entradas de la vivienda. La cubierta es a cuatro aguas.

4. Centenario.

Construidos para la conmemoración de los 100 años de la explotación carbonífera, se concentran al norte de la Plaza Carrera y son unos de los pocos que no sólo fueron construidos debido al déficit habitacional.

4.1.2 Urbano.

El inmueble de interés patrimonial en estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Lota sector Lota alto, provincia de Concepción, región del Bío Bío.

Tabla 16. Aplicación tabla Datos de Entrada del Inmueble. (Fuente: Elaboración propia)

| | | | |
|-------------------------------------|-------------|------------------------------|----------------------|
| Nombre inmueble: | Pabellón 49 | Ubicación: | Calle Carlos Cousiño |
| Morfología urbana | Manzana | Sistema agrupamiento | Continuo |
| Superficie terreno | | Superficie edificada | 85,86 m ² |
| Antejardín | No | Superficie vivienda | |
| Estado de conservación inmueble | Bueno | Rol | 789-002 |
| Destino posible para rehabilitación | Vivienda. | Grado de alteración inmueble | Poco modificado |
| | | Data construcción | 1910 |

El pabellón fue mejorado luego del terremoto 27F terminando los trabajos el año 2017. Estas intervenciones tuvieron por objetivos, reconstruir o reparar los daños provocados por el sismo del 27 de febrero del 2010, en base a los lineamientos del Ministerio de Vivienda, en su propuesta de Recuperación Patrimonial. En particular y dependiendo de los recursos disponibles, se atendió lo que afecta a la estructura, habitabilidad, instalaciones, terminaciones y aislaciones; así como la

reconstrucción o reparación de elementos que caracterizaron al inmueble y la imagen urbana patrimonial.

Actualmente cuenta con 27 viviendas las que conservan en buen estado las estructuras originales principales y materialidades, con ampliaciones en el primer nivel, en donde las familias han requerido extender el espacio habitable hacia la fachada posterior de la vivienda.

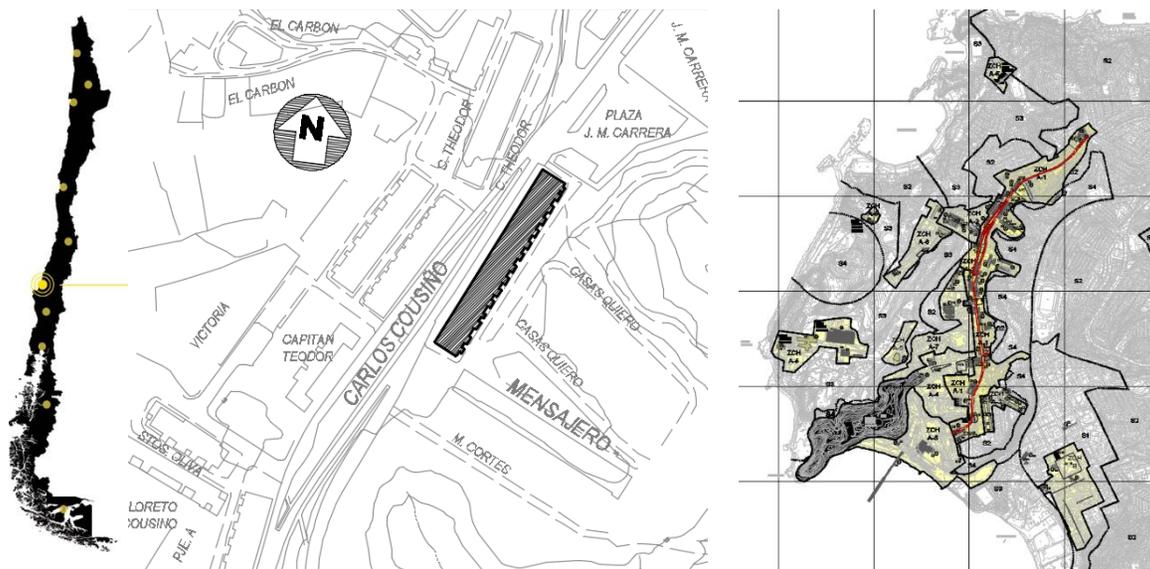


Figura 17. Ubicación y emplazamiento Pabellón. (Fuente: Elaboración propia)

Las viviendas colectivas conocidas como ‘Pabellones’, conforman a la vez un espacio urbano público singular, al ser la vereda parte del espacio de acceso a las viviendas en que se encuentra techado por el segundo piso de estas. Esta condición ofrece al peatón un espacio de resguardo ante condiciones climáticas inhóspitas como viento y lluvia, por tanto, este espacio cumple funciones de circulación, permanencia y acceso a las viviendas, siendo un espacio intermedio entre la ciudad y la vivienda. En esta zona se identifican diversos valores patrimoniales que han fundamentado la protección de esta pieza urbana. Entre estos valores encontramos el Histórico, Arquitectónico y constructivo y social. De acuerdo con esta clasificación se han asociado obras y las características singulares que requieren ser conservadas. Entre ellas podemos identificar las siguientes:

Tabla 17. Valores Patrimoniales. (Fuente: Elaboración propia en base a D.S N° 232 de 2014 del CMN.) [38]

| Tipo de Valor | Obras | Características |
|--------------------------------------|--|---|
| Histórico | Primera Planta Hidroeléctrica de Chile, alumbrado público, alcantarillado, calefacción de viviendas, instalaciones portuarias, primer ferrocarril eléctrico, ascensores en piques, primera planta telefónica del país, tren subterráneo. | El funcionamiento de la Industria del Carbón fue determinante en el desarrollo económico y territorial de Chile, abasteciendo a las diversas industrias de la época como las fundiciones de cobre, ferrocarril, vapores, entre otros. El auge de la extracción minera apalancó muchas obras urbanas, de infraestructura y edificaciones emblemáticas en la comuna, con las que, en ese tiempo, no contaban las demás ciudades. |
| Arquitectónico y Constructivo | Viviendas, escuelas, pulperías, Iglesia Matías Apóstol, Hospital, Teatro Lota Alto, casino, oficinas de correos, hornos, lavaderos y piletas comunes. | La ciudad se habilitó con una serie de construcciones adoptando el modelo de Company town, diferenciando espacialmente el sector industrial de los habitacionales y de servicios. La vivienda, se construye a través de módulos en madera y albañilería, siguiendo prototipos de campamentos mineros ingleses. Existen tres tipos de viviendas originales que aún es posible reconocer. |
| Social | Movimientos obreros, lucha sindical, vida en comunidad, estrategias comunes de organización, profunda identidad. | Las condiciones extremas del trabajo, que implicaban riesgo en las minas y la inclusión de mano de obra joven e incluso infantil, condicionaron el desarrollo de un fuerte sentido social que buscaba mejorar las condiciones de trabajo y en el desarrollo de la vida cotidiana significó desarrollar estrategias de organización para el uso de los espacios y servicios comunitarios, labor en donde la mujer jugó un rol fundamental. |

Los atributos, que el Consejo de Monumentos Nacionales, identifica en el sector de Lota Alto son:

- Distintas tipologías de pabellones.
- Trazado en base a Av. Principal Carlos Cousiño.
- Veredas de ladrillo de la fábrica Lota Green.
- 5 hornos de barro.
- 2 lavaderos comunitarios.
- Teatro de Lota Alto.
- Iglesia Parroquial San Matías Apóstol.

Otra definición de los valores patrimoniales del pabellón 49, lo encontramos en la Ficha de Valoración Patrimonial de la DDU N° 400 (División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo), que se aplica en la evaluación de declaratoria de Inmuebles de Conservación

Histórica ICH y/o Zonas de Conservación Histórica ZCH, como se mencionó en metodología de capítulo 3. En este caso el PRCL es de antigua data y en su actualización se han considerado los pabellones como ICH, pero este instrumento no se encuentra aprobado, por tanto, continúa vigente el antiguo PRCL.

En esta ficha que ha realizado el estudio para la actualización del PRC, se han identificado los siguientes valores y atributos patrimoniales del inmueble de acuerdo con la DDU N° 400 descrita en la metodología del capítulo 2.

Matriz 7: Aplicación Matriz de Valoración Ambiental - Pabellon 49 de Lota. (Fuente: Elaboración y valoración propia) [34]

| VALOR | DESCRIPCION | ATRIBUTOS | | | |
|----------------|---|-----------|---|--------------------|-----------|
| | | A | B | C | PUNTOS |
| URBANO | Constituye una tipología urbana de gran originalidad y jerarquía que fortalece la identidad patrimonial del paisaje local. Se destaca como unidad formal consolidada, de gran calidad espacial y que define un área de la ciudad en torno al eje Carlos Cousiño. La espacialidad longitudinal de este eje, se ve reforzado por las proporciones horizontales del pabellón. Colinda con hitos urbanos patrimoniales. | 2 | 2 | 2 | 6 |
| ARQUITECTONICO | Reúne algunas características tecnológicas constructivas singulares. Representa una tipología arquitectónica relativamente escasa correspondiente a la vivienda colectiva minera de Lota con corredor. Presenta algunos elementos de calidad artísticas como los balcones de fachada principal y encuentros de pilares del corredor. | 1 | 1 | 1 | 3 |
| HISTORICO | Es un exponente de un periodo relevante del desarrollo urbano y social local. Ha sido investigado y publicado en libros especializados de historia y/o arquitectura. | 2 | 2 | 2 | 6 |
| ECONOMICO | Los pabellones presentan regular estado de conservación, sólo algunas edificaciones han sido rehabilitadas o restauradas. | 2 | 1 | - | 3 |
| SOCIAL | Tiene un fuerte reconocimiento como patrimonio local por la comunidad. | 2 | - | - | 2 |
| | | | | VALOR TOTAL | 20 |

El puntaje de valoración ambiental que se obtuvo para el Pabellón 49 de Lota es 20 de 24 puntos, por tanto, esta sobre el puntaje mínimo de 10 puntos requerido para ser declarado ICH. Del análisis de la tabla podemos observar que el mayor valor, para el inmueble en estudio, se encuentra en el aporte urbano e histórico que genera en la ciudad, seguido con igual puntuación el valor arquitectónico y económico y por último el social, sin embargo, este último valor ha sido analizado sólo en un atributo, lo que no permite realizar un análisis comparativo de los valores que cuentan con menos atributos en relación a los que contemplan el análisis de 3 atributos. Aun así, es posible visualizar que el ámbito arquitectónico no es el que genera mayor aporte a la valoración patrimonial del inmueble.

Como se verá más adelante, el valor urbano tiene relación con la conformación de conjunto y homogeneidad morfológica que otorgan los pabellones a las piezas urbanas definidas e identificables en Lota alto y que otorgan la lectura espacial horizontal a calle Carlos Cousiño. Por

otra parte, es un gran valor urbano el espacio público, pero a la vez privado, conformado por el corredor de acceso a los pabellones, el que constituye una función espacial urbana de cobijo, muy propia de esta localidad dada la gran cantidad de meses de lluvia y vientos durante todo el año. Este espacio, por tanto, permite multiplicidad de funciones que allí se cobijan.

4.1.3 Arquitectónico patrimonial.

Este pabellón, es uno de los ejemplos más representativos de la tipología de vivienda minera de Lota y se destaca por ser el pabellón más largo de la ciudad, es un elemento de gran calidad estética y arquitectónica. Construido en 1910, por tanto, corresponde al segundo periodo de construcción en la época de Carlos Cousiño y al tipo de pabellón de albañilería simple de ladrillo en primer nivel y madera en segundo nivel. Desde la clasificación material corresponde a una estructura mixta, mampostería de ladrillo simple en el primer nivel y madera en el segundo. Pabellón de volumen paralelepípedo aislados en dos niveles, visibles sus 4 fachadas, sin embargo, la fachada posterior ha sido modificada en extensiones y cierros que originalmente no existían, lo que hizo perder su cualidad de incorporarse al espacio de la ciudad. Este volumen, consta de un corredor cubierto ubicado en la fachada principal, área común que comunica las casas que conforman el pabellón. Se accede al área del pasillo a través de una escalera.



Figura 18. Imagen actual Pabellón 49, octubre 2017. Lota. (Fuente: Elaboración propia.)

La vivienda originalmente consideraba una unidad morfológica compuesta de un volumen rectangular con corredor por fachada anterior y posterior, de esta forma la vivienda se ordenaba en relación a estos corredores de acceso, es decir dos viviendas en el espacio que hoy ocupa una. Esta vivienda doble, se caracterizó por estar compuesta por un solo espacio en el primer nivel

dividido por la escalera que delimita el estar de la cocina. En el segundo nivel se conformaban dos espacios, el dormitorio de los padres y el de los hijos.

Luego del terremoto del 1939 y luego del cierre de la fábrica, los habitantes que tenían la oportunidad de generar una expansión de la vivienda lo hicieron. Muchas de las familias demolieron el muro que separaba las unidades y fusionó ambas viviendas conformando un espacio dos veces mayor.

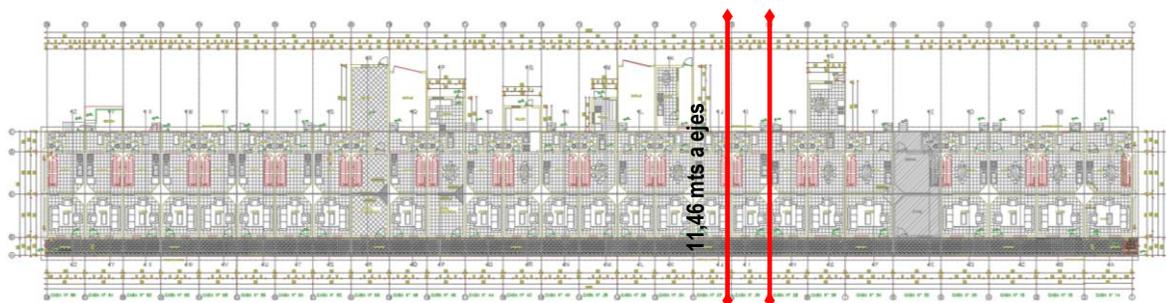


Figura 19. Planta arquitectura del conjunto compuesto por 27 viviendas. (Fuente: Elaboración propia en base a archivos CAD proyecto MINVU.)

Planta arquitectura por unidad habitacional. Muestra la situación original de la vivienda la que ocupaba la mitad de la superficie actual y consideraba chimeneas interiores para cada planta y escalera ubicada en el espacio donde actualmente se ubica el estar de la vivienda. Las superficies originales eran de 40 m², luego de las ampliaciones las superficies han aumentado de 74 m² a 97 m², para familias en promedio de 5 personas.

Si analizamos el estándar actual de superficie mínima para vivienda social el nuestro país, vemos que la superficie total cumple con la superficie mínima requerida y las superficies por recinto en su condición actual cumplen en superficies de: dormitorio principal, dormitorio 1 cama, estar, comedor, y logia, así como en los anchos mínimos de circulaciones y escaleras.

Esto debido a que la vivienda original se amplió al doble de su superficie pasando de 40 m² a 80 m² en promedio. En esta vivienda se constató que también existen espacios que no cumplen con el estándar mínimo MINVU correspondientes a dormitorio de 2 camas, cocina y los servicios higiénicos que se encuentran bajo la superficie mínima.

Por otra parte, la vivienda no se habilitó con closets en las mejoras. Se observa de esta forma, que las zonas más deficitarias espacialmente corresponden a las de servicios implementadas en las mejoras realizadas a las viviendas.

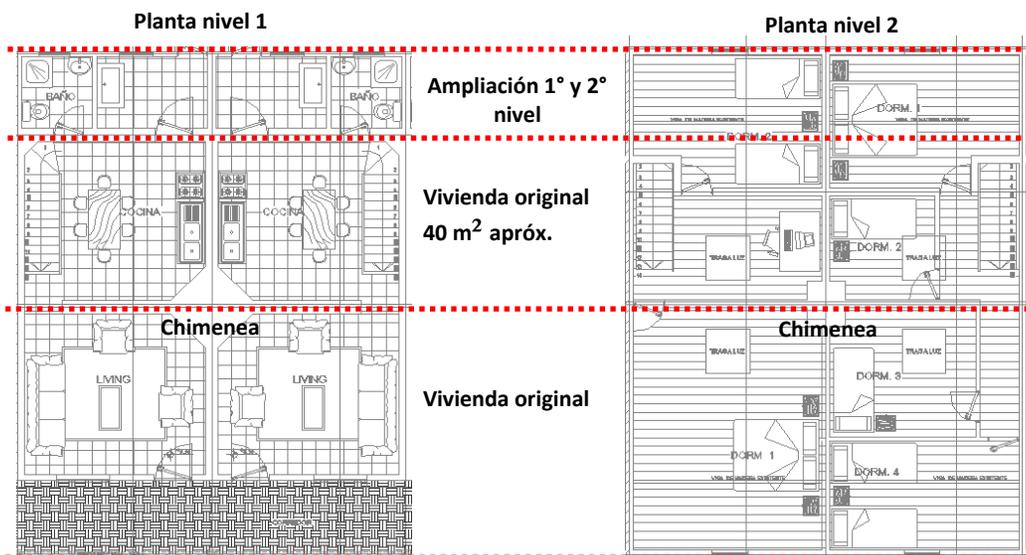


Figura 20: Plantas de arquitectura del primer y segundo nivel. (Fuente: Elaboración propia en base a archivos CAD proyecto MINVU.)

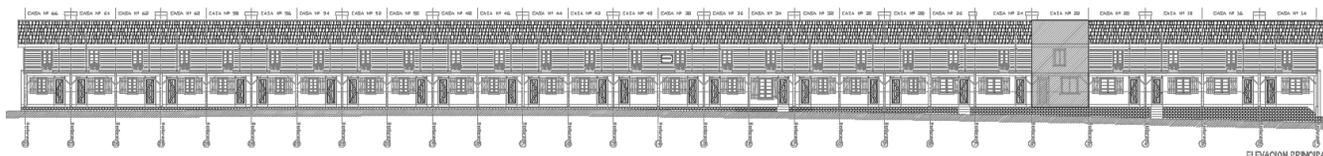


Figura 20. Fachada principal del pabellón, que enfrenta a calle Carlos Cousiño. (Fuente: Elaboración propia en base a archivos CAD proyecto MINVU.)

Altura de Edificación: 2 Pisos, 6,8 metros
 Primer Piso: 2,7 metros
 Segundo Piso: 3,8 metros

Se observa corredor de acceso incorporado a la conformación del volumen otorgando unidad al volumen y entregando esta espacialidad cobijada que se genera a la ciudad, por otra parte se individualizan las unidades de vivienda a través de elementos como pilares y composición de las fachadas con vanos

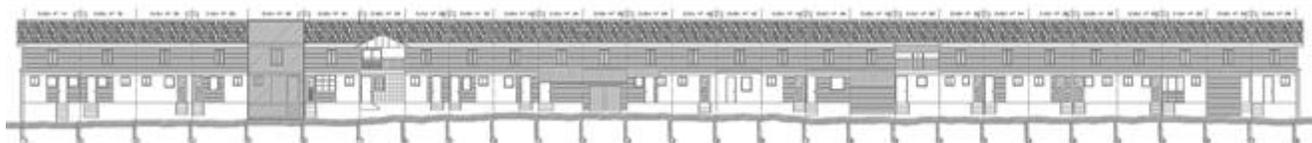


Figura 21: Fachada posterior del pabellón, que enfrenta a calle Carlos Cousiño. (Fuente: Elaboración propia en base a archivos CAD proyecto MINVU.)

En este caso la fachada posterior ha sido modificada por los propietarios debido a las necesidades de expansión de los habitantes. Esto se ve reflejado principalmente en el primer nivel, en donde se amplió la vivienda ocupando el espacio del pasillo posterior para extender la logia y baño, que fueron contemplados en el exterior, como espacios comunitarios, en el programa original. Hacia el exterior se encuentra aledaña a espacio público que conforma una pequeña área verde implementada con juegos infantiles en mal estado de conservación.

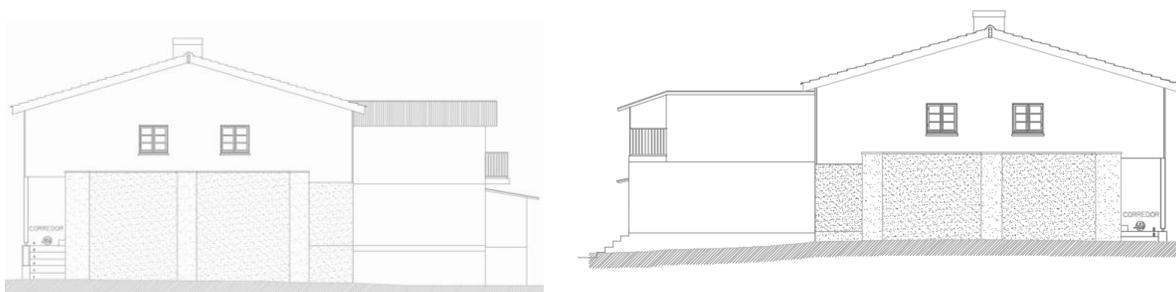


Figura 22. Fachadas laterales. (Fuente: Elaboración propia en base a archivos CAD proyecto MINVU.)

Se observa en primer nivel, la estructura de albañilería de la vivienda original, y en la fachada posterior, ampliaciones espontaneas de las viviendas en primer y segundo nivel. Estas transformaciones se adaptaron a las condiciones topográficas del terreno en pendiente. Otra transformación importante y que no responde al patrón original de ocupación del espacio, lo constituyen los cierros implementados por esta fachada, de carácter no homogéneo en materialidad, dimensión ni expresión, predominando los cierros opacos.

Corredor de acceso a las viviendas, espacio intermedio urbano.



Cielo remodelado corredor de acceso, mantiene ritmo y materialidad de estructura original.



Identificación del Pabellón luego de la rehabilitación, es parte de la puesta en valor y dar a conocer.



Vista posterior del pabellón: visibles intervenciones en expansión.



Horno comunitario posterior al Pabellón 49.



Vista interior del horno en fachada posterior del pabellón.



Expansión posterior de las viviendas que conforman el pabellón.



Puerta en madera nativa repuesta.



Grifo de vivienda en espacio público conformado por corredor de acceso.



Ventana repuesta en DVH perfil PVC con adición de protecciones metálicas.



Humedad en muros interiores de la vivienda, hacen evidentes problemas de condensación.



Figura 23. Imágenes situación actual Pabellón N.º 49. (Fuente: Elaboración propia en base a registro fotográfico en terreno).

Especificaciones técnicas de los materiales.

- Estructura resistente: Es mixta, en el primer nivel albañilería simple de ladrillo, y en el segundo tabiquería de madera.

Terminaciones: Estuco y pintura.

- Techos: Originalmente eran de tejas de arcilla, luego se cambiaron a planchas de asbesto cemento y hoy, luego de la última rehabilitación se volvió a incorporar tejas de arcilla recicladas de otras construcciones.

- Marcos de ventanas: Originalmente de madera, reemplazadas por DVH con marcos de aluminio recubierto en PVC

- Pisos y pavimentos: Son de cemento y con terminaciones de cerámicos.

- Otros: Existen elementos propios del pabellón, situados en la zona común del corredor, como la terminación que se encuentra en cada extremo de las vigas que forman el entrepiso correspondiente al área sobre el corredor, antiguas lámparas de fierro forjado y el envigado del entrepiso que cubre el corredor.

Estudio de composición de las fachadas. Si consideramos la conformación del volumen principal, obtendremos un paralelepípedo regular en dos niveles, dispuesto en proporción predominantemente horizontal en relación a la Avenida Carlos Cousiño, conformando con otros volúmenes similares un espacio calle horizontal. La altura desde piso a cumbrera es de 6,19 metros y está en proporción al largo del pabellón 1 es a 16 aproximadamente.



Figura 24. Estudio de composición en fachada principal. (Fuente: Elaboración propia).

El pabellón individualiza cada vivienda a través de elementos constructivos como los **pilares** dispuestos entre ejes de los medianeros de cada vivienda, reforzado este elemento por **jabalcones** y las **chimeneas** en la cumbrera del pabellón. El ritmo entre ellas está dado por dimensiones de 3,5 mts en la mayor parte de las viviendas y 4,4 mts en 6 viviendas ubicadas al sur del pabellón. No se tiene información que explique la disparidad de las dimensiones de las viviendas. Ventanas y puertas también marcan un ritmo individual por vivienda. En el primer piso la fachada principal, se compone de dos vanos; ventana y puerta de acceso, dispuestos descentrados en proporción 1 es a 4 en el ancho del muro. En el segundo nivel, en cambio existe un vano de ventana dispuesto centrado y en proporción 1 es a 3,5 en el ancho del tabique de fachada. En ambos casos los vanos mantienen **proporciones verticales**, siendo el alto de ventanas en 1,3 mts y el ancho variable entre 0,9 y 1 mt.

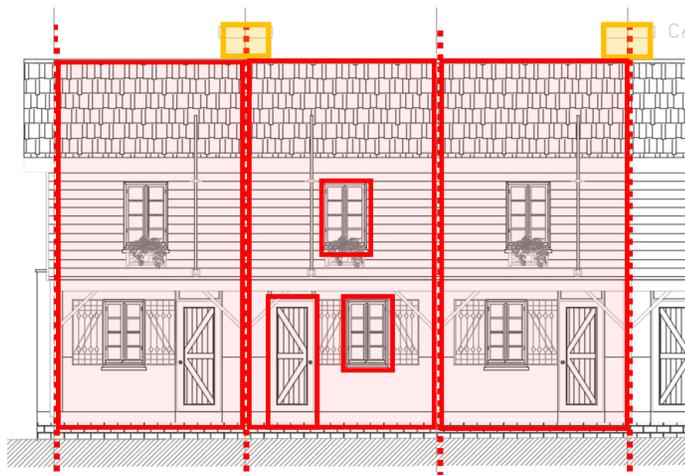


Figura 25. Estudio de composición en fachada principal. (Fuente: Elaboración propia).

Predomina en esta vivienda el lleno por sobre el vacío en las fachadas los que están diseñados en proporción 1:5, representando los vanos el 19,3 %, y la forma total del pabellón está claramente definida por un volumen sólido regular con fachadas de proporciones pequeñas en contacto con el exterior lo que favorece bastante el rendimiento energético por un factor de forma.

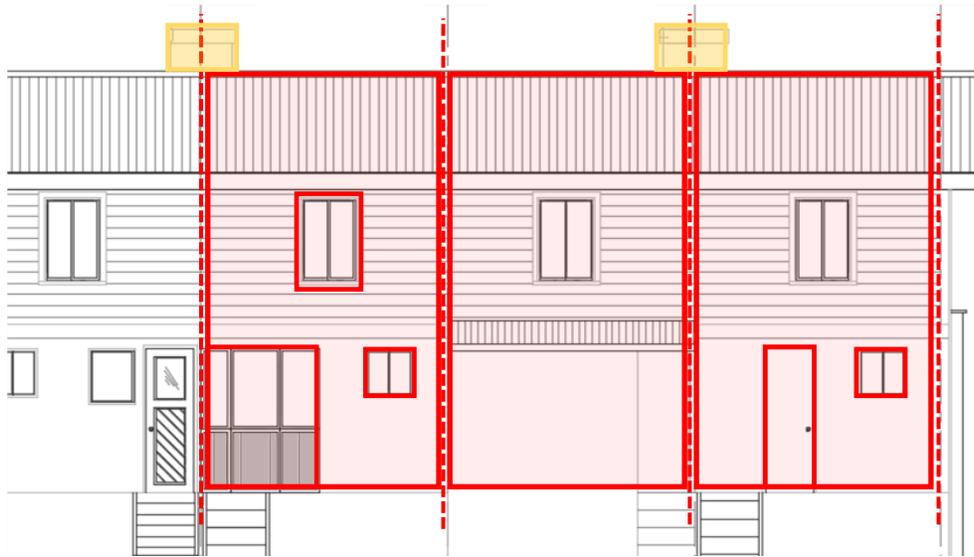


Figura 26. Estudio de composición en fachada posterior actual. (Fuente: Elaboración propia).

El ritmo se mantiene en la vertical por la fachada posterior, sin embargo, acá las modificaciones por expansión de la vivienda han afectado el ritmo de ventanas y puertas en el primer piso principalmente, ya que son pocas las viviendas que han realizado ampliación en el segundo nivel. En la imagen se observa que se mantiene la ubicación centrada de ventana y proporción vertical como en la fachada principal.

Daños post-terremoto 27F.

Este pabellón, como otros de data antigua, presentaron diversas patologías entre las que se encuentran: pudrición, ataque de insectos xilófagos, desplomes, deformaciones, etc. Estos daños afectaron la resistencia de los elementos soportantes, evidenciándose a través de fisuras y grietas en muros de albañilería, desprendimientos de muros y fracturas en chimeneas, provocando el debilitamiento en algunas secciones de la estructura como la parte superior de las chimeneas que colapsaron y se generaron algunas roturas en la cubierta y estructura de techumbre. Las vigas del corredor se soltaron de sus amarras lo que significó un peligro en el segundo nivel y en el paso de

los peatones. Los muros de las fachadas en el primer nivel fueron desprendidos de sus muros de amarre en las viviendas que se encuentran ubicadas en los bordes del pabellón.

Para sistematizar esta información, es necesario realizar un examen detallado de los daños o patologías del inmueble. Para ello se deberá realizar trabajo de campo a través de inspección visual que permita realizar un diagnóstico a través de la observación. Por otra parte, esta etapa puede requerir de pesquisas bibliográficas o históricas en caso de que los antecedentes de campo no sean suficientes para elaborar el DIAGNOSTICO PATOLOGICO. El trabajo se registra en la siguiente matriz.

Tabla 18: **ANALISIS PATOLÓGICO DEL INMUEBLE.** (Fuente: Elaboración propia en base a Case Studies of Building Pathology in Cultural Heritage) [7]

| Elemento | Imagen | Tipo de patología | Riesgo de la patología | Causa probable | Comentarios |
|----------------------|---|--------------------------|------------------------|----------------|---|
| Muros albañilería |  | Fisura | Regular | Terremoto 27F | Las fisuras se presentan principalmente en muros exteriores de la vivienda. |
| Cubierta y techumbre |  | Rotura techo | Critico | Terremoto 27F | La rotura se concentra en la zona de chimenea. |
| Entrepiso |  | Vigas sueltas de amarras | Critico | Terremoto 27F | El mayor problema se concentra en las vigas a la vista en corredor de acceso. |

| | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|----------------|---------------------------------|--|
| <p>Muros interiores</p> |  | <p>Humedad</p> | <p>Regular</p> | <p>Proyecto Mantención</p> | <p>Presentan humedad por condensación.</p> |
| <p>Piezas de madera techumbre y segundo nivel</p> |  | <p>Pudrición</p> | <p>Regular</p> | <p>Mantención Ejecución</p> | <p>Daños de humedad en cielos del segundo nivel, provocado por filtraciones de aguas lluvia en cubierta.</p> |
| <p>Piezas de madera segundo nivel</p> |  | <p>Ataque de insectos xilófagos</p> | <p>Regular</p> | <p>Mantención</p> | <p>La madera presenta daños en tabiquería y revestimientos principalmente.</p> |
| <p>Muros de albañilería y tabiquería</p> |  | <p>Desaplomes</p> | <p>Mínimo</p> | <p>Ejecución</p> | <p>Concentrados en los extremos del pabellón.</p> |
| <p>Techumbre, entrepiso.</p> |  | <p>Deformaciones</p> | <p>Regular</p> | <p>Uso</p> | <p>Producto de la fatiga de vigas de entrepiso dado el paso del tiempo.</p> |

Principal problema detectado: Desgaste de los elementos constructivos por falta de mantención y de construcción debido a que no se incorporó aislación en la construcción original. Por otra parte en la técnica constructiva se incorporó en albañilería y estucos arena de mar que por su composición hasta el día de hoy genera problemas de condensación y humedad en las viviendas.

4.1.4 Evaluación energética del inmueble.

Condiciones climáticas.

El área en estudio se encuentra ubicada en la zona térmica N°4 definida, a partir del concepto de grados día en la reglamentación térmica vigente, en donde se indica >1000 < 1250 grados día. De acuerdo con la zonificación climática de Chile vigente (NCH 1079 of.2008), a Lota le corresponde la zona **6SL Sur Litoral**, constituida a continuación del Aconcagua hasta el valle del Bio-Bío excluido.

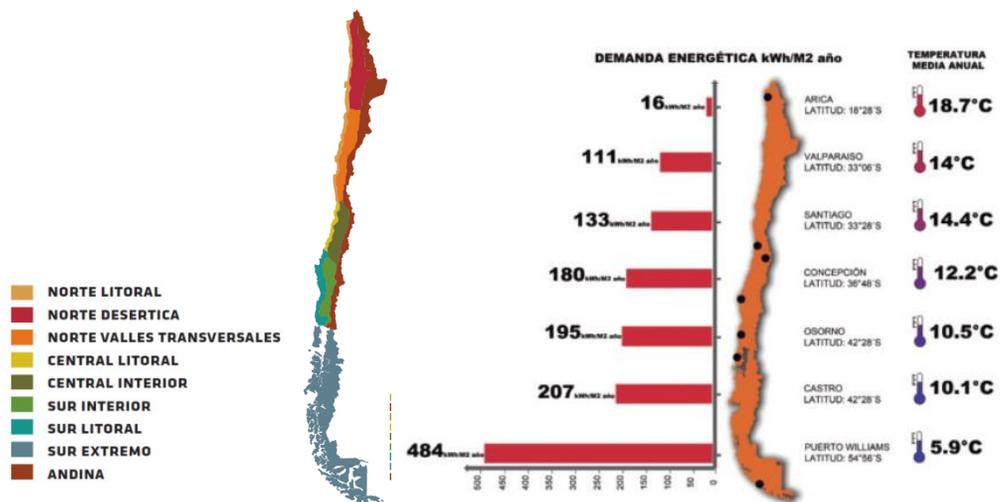


Figura 27. Izquierda: Zonificación climática NCH 1079, derecha: Demanda energética actual para distintas zonas térmicas de Chile. (Fuente: NCH 1079 y Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones).

Las principales condiciones climáticas bases del estudio se describen a continuación:

Ubicación: 36° 77' latitud sur / 73°05' longitud oeste

Altitud promedio: 15 metros de altitud promedio sobre el nivel del mar.

Clima: Zona climática marítima lluviosa con inviernos prolongados.

Características del clima: Las temperaturas promedio son suaves en verano, acompañadas de alta humedad y frío en invierno, con una humedad relativa muy alta. La oscilación diaria de las temperaturas es baja, aumentando ligeramente en verano. La radiación solar en verano es alta en el norte del área, disminuyendo hacia el sur, mientras que en invierno es baja en toda el área. El suelo y el medio ambiente son salinos y húmedos, y la vegetación es robusta.

Humedad Relativa: Es muy alta durante la mayor parte del año, en verano en un promedio del 78% entre diciembre y febrero, y del 88% entre junio y agosto.

Precipitaciones: Hasta el año superan los 1100 mm, alcanzando los mayores valores acumulados entre junio y julio, con aproximadamente 220 mm de agua caídos en cada mes.

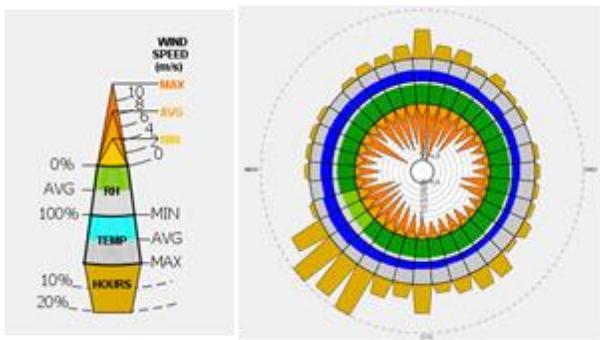


Figura 28. Promedio anual de frecuencia anual de los cielos CIE standard. (Fuente: gráficos programa Climate Consultant).

Los cielos predominantes en esta zona son mayormente nublados; oversky e intermediate sky, sumando entre ambos un 64% durante todo el año. Hay que considerar que por la latitud de la zona existe una buena oportunidad de irradiación solar, la que funciona con este tipo de cielo.

Los vientos prevaecientes son del suroeste, con una frecuencia anual del 36%, que se registran principalmente entre septiembre y abril. Entre mayo y agosto, la dirección predominante es Norte, registrándose un 20% anual. La velocidad promedio del viento, tanto al norte como al sudoeste es de 4.8 m / s, estas son las direcciones donde el viento alcanza las intensidades más altas.

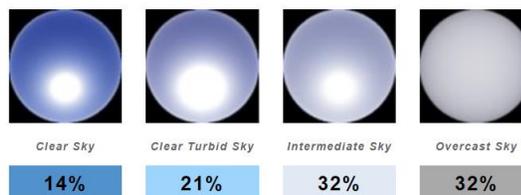


Figura 29. Promedio anual de frecuencia anual de los cielos CIE standard. (Fuente: Página web <http://iluminachile.ubiobio.cl/>)

Por otra parte, estudios de hermeticidad al aire, realizado por la universidad del Biobío, demuestran que el nivel de infiltraciones en esta ciudad es alto, identificando para nuestra región un valor es de 8,3 ach para una demanda energética de 40 Kwh/m² año y el límite propuesto a n50 es de 5 ach para una demanda de 24 Kwh/m² año. En Bélgica este estándar para viviendas con ventilación mecánica balanceada y viviendas con recuperación de calor corresponde a 1,0 ach y 3 ach de acuerdo a la norma NBN D 50-001 y Manual de Hermeticidad al aire de edificaciones desarrollado por la Universidad del Bio Bío.

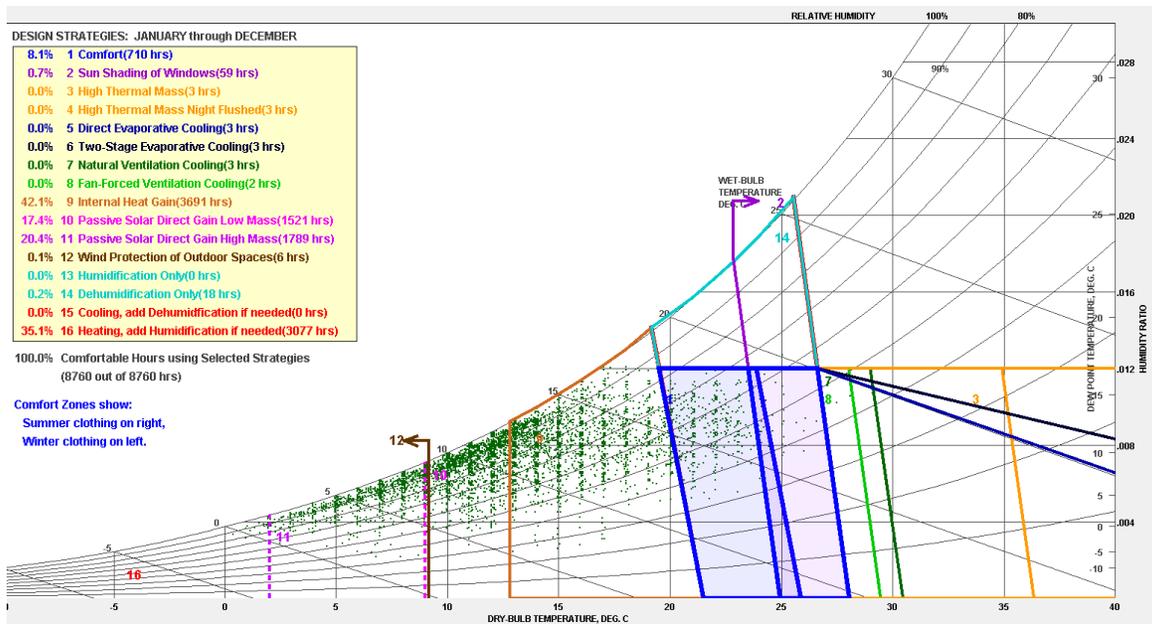


Figura 30. Carta Psicométrica y estrategias de diseño. (Fuente: Gráficos programa Climate Consultant).

De acuerdo con el análisis de la carta psicométrica elaborada en el programa Climat Consultant, el diseño de estrategias para todo el año, deben abordar ganancias internas de calor y necesidades de calefacción y humedad.

El clima de Lota se caracteriza principalmente por sus requerimientos de calefacción y, en menor medida, de iluminación. Las demandas de refrigeración no son importantes en este clima ya que se pueden controlar fácilmente con ventilación natural a través de la apertura de ventanas y de la protección solar. La envolvente resulta un parámetro significativo para la ciudad de Lota, ya que a través del diseño o mejoramiento de una envolvente eficiente se pueden disminuir considerablemente las demandas de calefacción que son las más importantes para esta condición climática. Por otra parte, las características más importantes a considerar para el diseño en Lota que influyen en el confort ambiental interior son: la infiltración, la orientación, la superficie vidriada y la envolvente.

CONDICIONES DE BORDE DE LA MODELACIÓN.

El software de simulación utilizado será Desing Builder. A continuación, se definen los valores de parámetro de nuestra simulación en el programa.

ACH: Se ha establecido un nivel alto de exigencia de 1 ach en base a las referencias internacionales definidas en el Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones (pág. 40)[39]. Para este caso en donde la vivienda se ubica en la zona costera y está afecta a fuerte intensidades de viento la infiltración n es un factor importante de pérdida de calor y por otra parte la vivienda es mixta y la parte constructiva de madera es altamente permeable, entonces se requiere un alto estándar de infiltración, que nos permita reducir la demanda de calefacción y lograr balance cercano a 0.

Ligting: 0,96 w/m²-100 lux; Target illumination: 300 lux, como requerimiento de iluminancia para trabajos fáciles.

Equipos de oficina: como se trata de una vivienda la demanda de los equipos es reducida a un par de computadores y elementos electrónicos como ipad y teléfonos. Por tanto, se establece para equipos 1 w/m².

Densidad: 0,06 personas/m², considera 5 habitantes por familia en promedio y 84,96 m².

DHW: 1,8 l/m²-day considerando 30 lts por persona.

El caso base descrito anteriormente se ha analizado en primera instancia en sistema Free Cooling horario, con la finalidad de ver como es el desempeño del edificio en forma pasiva. Es decir, no se han considerado sistemas de refrigeración ni calefacción.

Otras condiciones de borde consideradas son las ganancias internas de 35,40, periodo de uso desde las 8:00 am a las 18:00 pm de lunes a viernes, metabolic de 0,85, Clo de 1 en invierno y de 0,5 en verano. El estudio corresponde al análisis del comportamiento de los recintos el año completo, con enfoque en los meses de invierno para el análisis y resolución de la demanda de calefacción.

Para la determinación de las condiciones de confort se utilizó el método de confort adaptativo de Szokolay, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$T_n = 17,6 + 0,31 \times T_m$$

Los datos de temperatura media se han extraído de la NCh 1079, Tabla 3.

t_n = temperatura neutral

t_m = temperatura media de invierno **8,7°C**

t_m = temperatura media de verano **16,6°C**

Tabla 19. Cálculo de temperatura operativa para el clima en Lota. (Fuente: Elaboración propia).

| Invierno | Verano |
|---|---|
| T_m : 8,7 °C Julio | T_m : 16,6°C |
| T_n : $17,6 + 0,31 \times 8,7 = 20,3$ °C | T_n : $17,6 + 0,31 \times 16,6 = 22,7$ °C |
| T inferior: $T_n + 2,5^\circ\text{C} = 17,8$ °C | T inferior: $T_n + 2,5^\circ\text{C} = 20,1$ °C |
| T superior: $T_n - 2,5^\circ\text{C} = 22,8$ °C | T superior: $T_n - 2,5^\circ\text{C} = 25,2$ °C |

Obteniendo un rango de **17,8 °C y 25,2°C**, las que corresponden al rango de confort a considerar.



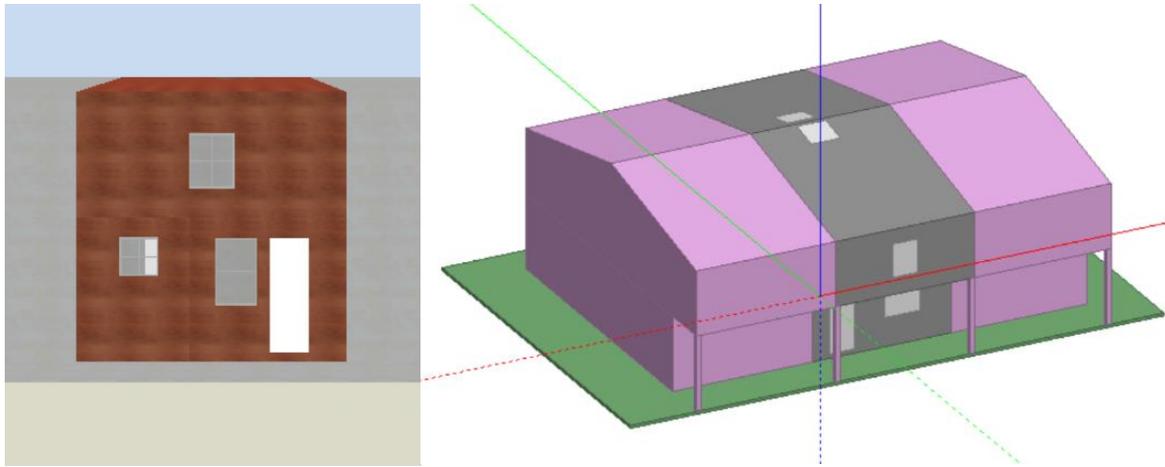


Figura 31. Imágenes del modelo en su situación original. (Fuente: Elaboración propia en base a simulación con software Desing Building).

En la modelación se ha considerado una unidad con condición adiabática en el pareo con la unidad vecina. Los complejos constructivos modelados han considerado la situación constructiva original de la vivienda, la que no consideró aislación en muros tabiques, techumbres ni pisos ventilados.

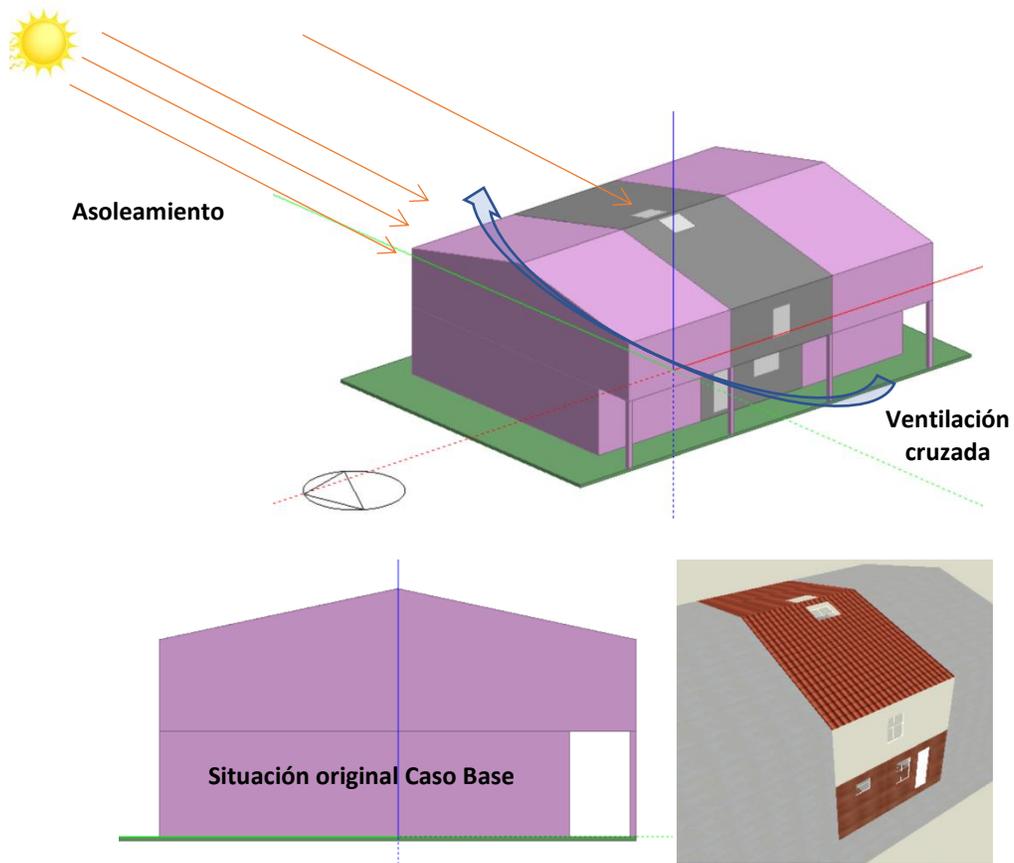


Figura 32. Situación actual caso base. (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se exponen los resultados de transmitancia térmica del caso base en su condición original constructiva sin aislación.

Tabla 20. Aplicación tabla Identificación de indicadores térmicos y cumplimiento normativo. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Elemento constructivo | Espesor elemento constructivo | Espesor aislación | Material Aislación | Valor (w/m2k) | U Referente norma. Art. 4.1.10 = U | Referente Belga región de Bruxelles capital. |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------------|--|
| Muro albañilería | 30 cm | No contempla | Estuco | 1,61 | 1,7 | 0,24 |
| Tabique perimetral 2 X 4 | 14 cm | No contempla | - | 1,18 | 1,7 | 0,24 |
| Tabique perimetral 2 X 2 | 11 cm | No contempla | - | 1,26 | 1,7 | 0,24 |
| Techumbre | 27 cm | No contempla | - | 1,06 | 0,38 | 0,24 |
| Ventanas | Cristales simples | 3 mm | marco madera | U= 6,25 2,69% | Menos del 60% | 1,8 |
| Piso | 10 cm | No contempla | - | 1,24 | - | 0,3 |
| Piso ventilado | 16 cm | No contempla | | 1,35 | 0,6 | 0,3 |

De la tabla anterior vemos que la vivienda en su estado constructivo original da cumplimiento al estándar nacional sólo en muros, estando bajo el estándar nacional en techumbre y pisos ventilados. En cambio, en relación a la normativa Belga, no logra en ningún ítem el estándar mínimo requerido. Cabe señalar que el cumplimiento en muros de albañilería guarda relación directa con el espesor de 30 cm con que se construía en esa época. En el caso de la tabiquería también considera escuadrías de mayor espesor en estructura y revestimiento.

La vivienda presenta en verano una buena permanencia en la zona de confort a diferencia del invierno en donde el grado de disconfort es permanente.

Tabla 21. Identificación de demanda energética del caso base y confort térmico. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación).

| ac/h= 1 | Caso Base | % de permanencia en el rango de confort térmico adaptativo CASO BASE. | |
|----------------------------------|---------------|---|--------------|
| Demandas | | | |
| Calefacción kwh/m ² | 41.22 | Mes | |
| Electricidad kwh/m ² | 68.32 | Enero | 100 % |
| Refrigeración kwh/m ² | - | Marzo/ Septiembre | 100 % |
| Total | 109.54 | Julio | 0% |

A continuación, se analizarán las mejoras al caso base, realizadas por el programa de recuperación patrimonial MINVU y ejecutadas en 2017.

Las mejoras realizadas corresponden a la aislación de tabiques perimetrales en segundo nivel y tabique de las ampliaciones de la envolvente en primer nivel correspondientes a los recintos de baño y logia. La techumbre también contó con aislación y cambio de cubierta. Las ventanas existentes fueron retiradas y reemplazadas por ventanas tipo DVH con marco de aluminio recubierto en PVC. La reposición del piso de madera consideró aislación y cambio de piezas de madera dañadas.

A continuación, se exponen los resultados de transmitancia térmica del caso base mejorado por MINVU.

Tabla 22. Aplicación tabla Identificación de indicadores térmicos y cumplimiento normativo. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Elemento constructivo | Espesor elemento constructivo | Espesor aislación | Material Aislación | Valor U (w/m2k) | Referente norma. Art. 1.4.10 | Referente Belga región de Bruxelles capital. |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|--|
| Muro albañilería | 30 cm | 40 mm | Estuco | 1,61 | 1,7 | 0,24 |
| Tabique perimetral 2 X 4 | 14 cm | 20 mm | Poliestireno expandido | 0,85 | 1,7 | 0,24 |
| Tabique exterior 2 X 2 | 11 cm | - | Poliestireno expandido | 1,28 | 1,7 | 0,24 |
| Techumbre | 30 cm | 50 mm | Poliestireno expandido | 0,44 | 0,38 | 0,24 |
| Ventanas | Cristales de 6 mm | DVH | marco aluminio | U= 2.42 2,69% | 60% | 1,8 |
| Piso | 10 cm | - | - | 1,54 | - | 0,3 |
| Piso ventilado | 16 cm | | poliestireno | 0,8 | 0,6 | 0,3 |

Con las modificaciones se cumplen las reglamentaciones nacionales exceptuando cubierta, la que de acuerdo a simulación entregó un valor que excede lo permitido.

Tabla 23. Análisis de confort higrotérmico por recinto en INVIERNO. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Recinto / Zona Térmica | Características | Confort térmico °C | Humedad relativa % |
|-----------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| Acceso y estar | Presenta baja permanencia en la zona de confort en invierno es del 0%, y permanece estable en las estaciones equinocciales. | 13,72 | 71,30 |
| Comedor-cocina | La permanencia en la zona de confort disminuye. Estos recintos no cuentan con acceso a la luz solar. | 14,04 | 70,52 |
| Baño | Conserva una mejor temperatura dentro de los rangos de confort térmico. | 14,77 | 67,52 |
| Loggia | Al tener orientación oriente, permanece mayor tiempo durante el año en la zona de confort térmico operativo. | 15,03 | 66,44 |
| Distribución segundo nivel | A pesar de no tener acceso directo de la luz solar se mantiene en mejores rangos de confort térmico que las zonas ubicadas al poniente. | 13,83 | 71,55 |
| Dormitorio 1 poniente | Presenta una en general una baja permanencia en la zona de confort en invierno es del 0%, y permanece estable en las estaciones equinocciales. Mejor que en el primer debido a la | 14,47 | 70,34 |

| | | | |
|-----------------------------|--|-------|-------|
| | materialidad y condición de altura. | | |
| Dormitorio 2 | Alcanza mejor permanencia en la zona de confort térmico. a pesar de no tener acceso directo a la luz solar o ser este muy restringido. | 13,84 | 72,75 |
| Dormitorio 3 | Alcanza mejor permanencia en la zona de confort térmico, a pesar de no tener acceso directo a la luz solar o ser este muy restringido. | 14,11 | 70,87 |
| Dormitorio 4 oriente | Obtiene mejores condiciones de confort que el dormitorio ubicado al poniente. | 14,25 | 70,44 |
| General: | Podemos observar que los recintos ubicados al oriente tienen mejores condiciones de confort térmico en relación recintos ubicados al poniente. Sin embargo, los que obtienen mejor comportamiento son los ubicados en la zona central de la planta en recintos que no cuentan con acceso a la luz solar directa. | | |

Tabla 24. Análisis de confort higrotérmico por recinto. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Recinto / Zona Térmica | Características | Confort térmico °C | Humedad relativa % |
|-----------------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Acceso y estar | Presenta baja permanencia en la zona de confort en invierno es del 0%, y permanece estable en las estaciones equinocciales. | 22,03 | 56,73 |
| Comedor-cocina | La permanencia en la zona de confort disminuye. Estos recintos no cuentan con acceso a la luz solar. | 22,24 | 56,01 |
| Baño | Conserva una mejor temperatura dentro de los rangos de confort térmico. | 21,75 | 57,34 |
| Loggia | Al tener orientación oriente, permanece mayor tiempo durante el año en la zona de confort térmico operativo. | 22,11 | 56,57 |
| Distribución segundo nivel | A pesar de no tener acceso directo de la luz solar se mantiene en mejores rangos de confort térmico que las zonas ubicadas al poniente. | 22,97 | 53,95 |
| Dormitorio 1 poniente | Presenta una en general una baja permanencia en la zona de confort en invierno es del 0%, y permanece estable en las estaciones equinocciales. Mejor que en el primer debido a la materialidad y condición de altura. | 23,24 | 55,72 |
| Dormitorio 2 | Alcanza mejor permanencia en la zona de confort térmico. a pesar de no tener acceso directo a la luz solar o ser este muy restringido. | 24,62 | 50,67 |
| Dormitorio 3 | Alcanza mejor permanencia en la zona de confort térmico, a pesar de no tener acceso directo a la luz solar o ser este muy restringido. | 24,03 | 52,54 |
| Dormitorio 4 oriente | Obtiene mejores condiciones de confort que el dormitorio ubicado al poniente. | 22,96 | 57,09 |
| General: | Podemos observar que los recintos ubicados al oriente tienen mejores condiciones de confort térmico en relación recintos ubicados al poniente. Sin embargo, los que obtienen mejor confort ambiental interior son los ubicados en la zona central de la planta en recintos que no cuentan con acceso a la luz solar directa. | | |

Resultados de la permanencia en los rangos de confort térmico en los meses fríos, cálidos y medios.

Tabla 25. Identificación de demanda energética del caso base mejorado MINVU y confort térmico. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Demandas | Caso Base MINVU | % de permanencia en el rango de confort térmico adaptativo CASO BASE. | |
|----------------------------------|-----------------|---|--------------|
| Calefacción kwh/m ² | 46.46 | Mes | |
| Electricidad kwh/m ² | 31.32 | Enero | 98,9% |
| Refrigeración kwh/m ² | - | Marzo/ Septiembre | 88,4% |
| Total | 77,78 | Julio | 10,5% |

La demanda en calefacción en los meses de invierno corresponde a un 26,2 % del total anual demandado. Observamos que con las intervenciones ejecutadas y enfocadas a la incorporación de aislación disminuye la demanda total de energía siendo en un 29%.

Con la solución aumenta la zona de permanencia en rangos de confort en invierno, pero disminuye en verano como efecto de mayor aislación de la envolvente.

4.2 DIAGNÓSTICO INTEGRADO DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES.

4.2.1 Diagnóstico Patrimonial.

Este poblado histórico denominado Louta (pequeño caserío), además de las condiciones de confort social que promovía la infraestructura instalada, tuvo la particular condición de contar con una cierta protección. Principalmente esto se daba porque el acceso a la villa y a los distintos servicios e infraestructuras era restringido a sus habitantes, la villa contaba con puertas de acceso, así como sus equipamientos. Esto también responde a un modelo de eficiencia y optimización del rendimiento industrial. El sistema económico operante en el asentamiento industrial refuerza esta condición de funcionamiento concéntrico, privado y controlado, ya que el salario minero se pagaba a través de fichas que sólo eran cambiables en los almacenes administrados por la empresa al interior de la villa. Así la identidad minera también obedece a un modelo de asentamiento industrial privado, es decir el minero se siente parte de un sistema privado protegido.

La vida familiar se extiende a espacios comunes públicos, con un fuerte carácter de cohesión social. Los niños y las mujeres principalmente encuentran en estos espacios apoyo entre sus similares a problemas de tipo doméstico o familiares. Los niños generan lazos sociales importantes con sus pares, compartiendo juegos al inicio de sus vidas y luego diversas actividades recreativas para lo que la ciudad cuenta con infraestructura de esparcimiento y recreación como piscinas, parques, canchas de fútbol, bolos, teatro, cines, etc.

En los corredores, se cuelga la ropa, los niños juegan, los jóvenes se encuentran, se tiende la ropa, y se sacan sillas para generar un espacio de permanencia y contemplación, este es un espacio

intermedio que es parte de la calle, al constituir continuidad de vereda circulación y también es parte de la vivienda.

Las construcciones industriales son también valoradas por las familias mineras, los denominados piques, instalaciones a través de las que se subía y bajaba a la mina en forma vertical. Son elementos distintivos del paisaje urbano.

Como resultado del análisis urbano podemos concluir que el mayor valor del inmueble está en su escala urbana y componente histórico. En la fachada principal del inmueble se concentran la mayor parte de los elementos a proteger estos son: corredor de acceso, el uso de la madera, pilares y amarres pilar+viga de amarre. El corredor es un bien muy valorado también por los usuarios, quienes lo reconocen como un elemento unificador del volumen y que otorga singularidad al inmueble y al sector, así como también lo es el uso de madera tinglada en fachada del segundo nivel.

A nivel de arquitectura, se observa que los atributos definidos por el CMN anteriormente expuestos, son definiciones conceptuales generales ya que, aunque el decreto que define la zona típica como tal indica la obligación de este Consejo de emitir Instructivos que rijan estas zonas protegidas, este documento aún no ha sido elaborado. Por lo tanto, a continuación, se realizará un estudio en donde se definirán los elementos arquitectónicos del conjunto correspondiente al pabellón 49, que se deben considerar para realizar trabajos de rehabilitación en las viviendas.

Para la construcción de la imagen objetivo patrimonial, correspondiente a una imagen de tipología arquitectónica o estilo arquitectónico, se procedió a identificar cuál de los elementos compositivos de la arquitectura tienen mayor relevancia en la zona y para los usuarios. Lo anterior, conforme al análisis de los antecedentes y las visitas de campo realizadas, aplicación de encuestas, calificándose los elementos más significativos en la conformación de una imagen, la Fachada por su tabla tinglada, seguido de las ventanas por sus ornamentas (postigos, tímpanos).

En ella se define el tipo de protección por elementos analizado y su puntaje de valoración dentro del inmueble, los que se definen como se describe a continuación, según lo indicado en capítulo III:

2: Alto, considera los elementos que definen características morfológicas relevantes del inmueble, por tanto, no podrán ser eliminados o sometidos a alguna acción que modifique su forma original. Para estos elementos, sólo se permitirá realizar labores de mantención y restauración.

1: Medio, se incluyen acá elementos que, si bien definen características relevantes del inmueble, podrán ser afectas a intervenciones menores con la finalidad de mejorar aspectos parciales de sus características morfológicas.

0: Bajo, corresponden a elementos que no son relevantes en la definición de las características morfológicas del inmueble. Por tanto, pueden estar afectos a intervenciones mayores siempre y cuando las modificaciones propuestas no alteren negativamente los valores y atributos patrimoniales del inmueble.

La matriz se estructura en base a la identificación de diferentes campos de evaluación en el inmueble, partiendo desde la definición del ámbito, criterio, tipo de elemento, características, valor y tipo de protección de acuerdo con lo definido en el capítulo de metodología.

Matriz 8. Aplicación **MATRIZ de VALORACION de ELEMENTOS PATRIMONIALES**. (Fuente: Elaboración y valoración propia)

| Ámbito | Criterio | Tipo de elemento | Características | Grado de Protección |
|------------|------------------------------|---|---|---------------------|
| Entorno | Integración al medioambiente | -Volumen tipológico característico | Se integra al entorno, ya que responde a patrones locales de implantación en el entorno. | 2 |
| | Paisaje Urbano | -Corredor de acceso | El espacio público Vereda, se incorpora a la volumetría del pabellón. | 2 |
| | Morfología Urbana | -Linealidad espacial -Configura conjunto | Refuerza la configuración lineal de calle Carlos Cousiño. | 2 |
| | Pavimentos exteriores | -Hormigón, tierra | Originalmente sólo adoquines de lota Green en corredor acceso. | 1 |
| | Elementos Vegetales | - | - | - |
| | Elementos Construidos | -Horno comunitario | Los antiguos hornos se disponían en las fachadas traseras de los pabellones y cumplían la función de lugar de cocción de los alimentos. | 1 |
| Morfología | Forma/Volumen | -Paralelepípedo horizontal de 2 niveles. | Sólido y regular | 2 |
| | Altura | -2 pisos (6,8 mts) | Todos los pabellones mantienen en promedio esta altura. | 2 |
| | Techumbre | A dos aguas con pendiente media. | Se ve perforada por el vano de Chimenea y claroboyas en espacios ciegos del segundo nivel de la vivienda. | 2 |
| | Cumbrera | Paralela a Carlos Cousiño. | No se observan en la fachada principal intervenciones en techumbre que modifiquen la cumbrera. | 2 |
| | Otros elementos formales | Corredor de acceso | Es el espacio de acceso a las viviendas. Espacio intermedio entre ciudad y vivienda de gran valor espacial-funcional. | 2 |
| E x P | Ritmo de la | Pilares de acceso, | El diseño se ha estructurado en base a dimensiones | 2 |

| | | | | |
|------------------------------------|---|---|--|---|
| | fachada | chimeneas. | mínimas en las viviendas y en las alturas totales. La altura desde piso a cielo es de 6,18 metros y el ancho de las viviendas es de 3,5 a 4,1 metros. | |
| | Composición de la Fachada. | Puertas y ventanas | Los vanos, mantienen una proporción vertical en relación a la fachada. | 2 |
| | Materialidad | -Entablado madera tinglada. | El entablado se dispone horizontalmente, resaltando la proporción horizontal del espacio urbano conformado por los pabellones y calle Carlos Cousiño. Albañilería revestida con estuco y madera en segundo nivel. Ventanas y puertas en madera nativa. | 2 |
| | Color | Pintura sobre terminaciones. | Originalmente color natural de los materiales. | 1 |
| Elementos constructivos EXTERIORES | Encuentro de pilares y vigas de amarre en corredor. | Ensamble tipo "caja y espiga" | Elemento que se ha mantenido pese a algunas intervenciones de reparación. | 2 |
| | Frisos | Vigas entrepiso | Terminación en cada extremo del envigado de entrepiso, sobre el corredor de acceso. | 1 |
| | Jabalcones | Pilares corredor | Sistema de arriostamiento de los pilares hacia las vigas. | 2 |
| | Pilares | Pilares de madera | Cuadrados de escuadría 6" X 6", sobre base metálica. | 2 |
| | Complejo de ventanas. | Postigos de madera. | La ventana se dispone en el marco interior y está formada por marco de madera, cristal simple y por un sistema de postigos de madera . El sistema de cerramiento es de abatir a dos hojas. | 1 |
| | Alfeizares | De albañilería de ladrillo | Cumple una función importante a la estanqueidad de la vivienda y destaca el complejo de ventanas. | 0 |
| Elementos constructivos INTERIORES | Chimeneas | Chimeneas en albañilería de ladrillo | Las chimeneas resaltan en el volumen de cubierta de los pabellones. Destacan además porque en la época no era común para este tipo de viviendas, la implementación de un sistema de calefacción. | 1 |
| Elementos Ornamentos | Lámparas | Lámparas metálicas en corredor de acceso. | Originalmente lámparas de carbón en fierro forjado. Sistema minero de iluminación conocidos como chonchón. | 0 |
| | Jardineras | De madera | En la fachada principal bajo ventana del segundo nivel, considera jardinera de madera con tallados. | 1 |
| Elementos Ornamentales Interiores | No se observan | - | - | - |

De la tabla anterior podemos concluir que para el pabellón 49 de Lota, los elementos de mayor relevancia que se han identificado como con carácter patrimonial, se concentran en la **fachada principal** del pabellón, a través de **elementos espaciales urbanos, ornamentales y constructivos como:** corredor de acceso, Jabalcones, frisos en ventanas, composición unitaria de la fachada.

En la fachada posterior la situación morfológica de la edificación no es homogénea, dado la gran diversidad y cantidad de intervenciones que los propietarios han realizado para mejorar la habitabilidad y calidad de los espacios de la vivienda. Esto implica que esta fachada puede estar afecta a modificaciones mayores sin alterar esto, los valores patrimoniales identificados en el inmueble.

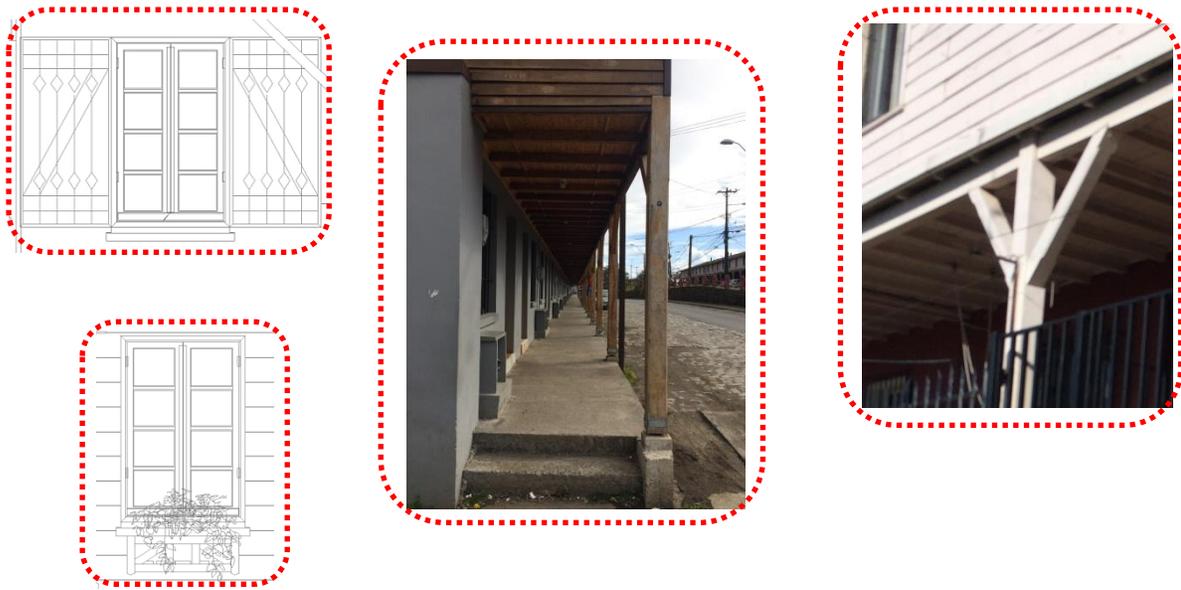


Figura 33. Imágenes de principales Elementos Patrimoniales valorados en Matriz. (Fuente: Elaboración propia).

4.2.2 Diagnóstico energético.

A través de los antecedentes históricos y los resultados de las modelaciones realizadas de la situación original, se constatan problemas de habitabilidad, como la gran cantidad de horas de discomfort térmico en la época invernal, debida principalmente a que en la época de construcción del inmueble no existían criterios de ahorro energético en su diseño y orientación. Por tanto, se originan grandes necesidades de energía para acondicionar térmicamente estas viviendas. El acceso a la luz solar es inadecuado en los espacios centrales de la vivienda, esto debido a la forma en que se fue ampliando longitudinalmente y al frente de fachada de dimensiones mínimas junto a la pequeña dimensión de vanos de ventanas. A la vez es posible asociar a esta condición problemas serios de condensación al interior de la vivienda debido a un problema constructivo, de diseño y uso, ya que los muros el mortero para muros de albañilería contiene arena de playa, las ventanas no permiten generar una ventilación cruzada optima y la falta de espacios adecuados de servicios en cocina y logia aportan humedad al ambiente interior que no siempre se expulsa.

Esto genera una condición de vulnerabilidad energética permanente para las familias. Las razones de esta problemática son múltiples, y se explican por los bajos estándares de las normativas nacionales y por la falta de desarrollo de diseños de vivienda adaptadas a los diferentes contextos de clima local del país.

4.2.3 Identificación del Marco de trabajo de la rehabilitación.

De acuerdo al análisis anterior se concluye que el principal problema de la vivienda es la deficiente condición térmica interior en la época invernal y el acceso a la luz solar. Por tanto, el problema se define como la ineficiente condición de habitabilidad interior de la vivienda identificándose las siguientes estrategias de intervención que darán solución a este problema:

Las estrategias o escenarios determinantes para mejorar el rendimiento energético de la vivienda son:

- mejoramiento aislación en cubierta.
- mejoramiento aislación exterior en fachadas.
- mejoramiento aislación interior en fachadas.
- mejoramiento aislación en puertas y ventanas.
- mejoramiento infiltraciones.
- rediseño de espacios interiores que cumplan condiciones de acceso a la luz solar y programa arquitectónico mínimo para este tipo de viviendas.
- ampliación de la vivienda con espacio que compense el requerimiento energético.
- inclusión de colectores y paneles solares en cada vivienda (ERNC).
- incorporación de producción de ERNC colectiva en espacio exterior público aledaños a las viviendas.

4.3 ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN.

Esta etapa implica la aplicación de las estrategias energéticas y patrimoniales identificadas y la sistematización o procesamiento de los resultados.

4.3.1 Compatibilidad de valores patrimoniales y energéticos.

Una vez definidas las mejores estrategias que funcionan en el clima de la ciudad de Iota y los elementos que son importantes poner en valor y que no deben modificar la lectura y valores

arquitectónicos y urbanos que el conjunto aporta a la ciudad, procedemos a sistematizar la integración de ambos.

Resumiendo, los resultados de la matriz de valores patrimoniales, obtendremos que los elementos que no son modificables en nuestra vivienda en lota corresponden a los identificados en la fachada principal, esto implica, no modificar: altura de la cubierta, vanos de la fachada, ornamentos de la fachada como postigos en ventanas o jardineras de existir, corredor de acceso no puede ser modificada su condición de espacios de transición interior-exterior, es decir no puede ser cerrado ya que perdería esta condición de espacio público también.

Interiormente la vivienda acepta modificaciones que mejoren sus condiciones de habitabilidad y salubridad, de hecho, algunos propietarios han eliminada por completo el muro de hormigón que dividía la vivienda original para mejorar la calidad lumínica diurna de la vivienda, y también han demolido la chimenea en los casos en que estructuralmente representaba un riesgo.

En cuanto a los valores energéticos, vemos que la vivienda presenta pobreza energética a pesar de las mejoras realizadas en ella. Esto se puede deber a la deficiente aislación en muros de albañilería del primer piso y la falta de áreas de captación solar, almacenamiento y distribución. El cuanto al diseño en el primer nivel el muro poniente permanece más frío por la orientación y segundo por la condición de sombra arrojada por el entrepiso sobre corredor de acceso. Por tanto, los escenarios estarán enfocados en primer lugar a la mejora del rendimiento energético pasivo de la vivienda y el segundo lugar a la incorporación de sistemas activos de autogeneración de energía y la combinación de estos escenarios.

A continuación, se determinará el grado de compatibilidad de acuerdo a las siguientes definiciones expuestas en capítulo III:

A: Alto, considera modificaciones en el inmueble que no representan un riesgo para los valores patrimoniales, ya que puede realizar modificaciones mayores en elementos con puntaje 0 en la Matriz de Valoración de Elementos Patrimoniales, y también puede realizar modificaciones menores en elementos con calificación 1 o realiza modificaciones que no son perceptibles a nivel morfológico y de imagen.

M: Medio, es posible la intervención condicionada a la no modificación de valores en Elementos Patrimoniales con puntaje 2 definidos en Matriz de Valoración, los que deberán mantener sus

características constructivas y morfológicas originales. Estas intervenciones serán del tipo restauración ó mantención, por tanto, las modificaciones serán menores y/o parciales, resguardando la preservación de elementos patrimoniales. A la vez, permite realizar modificaciones menores a elementos con puntaje 1 para mejorar sus características morfológicas.

B: Bajo, las modificaciones no son recomendables ya que afectan negativamente a los valores patrimoniales identificados, significando lo perdida de una característica relevante del inmueble.

Matriz 9. Aplicación MATRIZ DE COMPATIBILIDAD PATRIMONIAL-ENERGETICA. (Fuente: Elaboración propia).

| ENERGÍA | Grado de compatibilidad | de | PATRIMONIO |
|---|--------------------------------|--|--|
| Aspectos a mejorar | A-M-B | Comentarios | Tipo de elemento |
| Mejoramiento aislación en cubierta. | A | Conserva valores del ámbito morfológica. | -Techumbre -Cumbrera |
| Mejoramiento aislación exterior en fachadas. | M | Condicionada a la no modificación del aspecto exterior definido en valores del ámbito expresión exterior. Requiere rehabilitación de todo el conjunto. | -Materialidad |
| Mejoramiento aislación interior en fachadas. | A | Conserva valores del ámbito Elementos constructivos interiores. Disminuye la superficie interior. | No observado |
| Mejoramiento aislación en puertas y ventanas. | M | Condicionada a la no modificación de valores del ámbito aspecto exterior definido en valores del ámbito expresión exterior y | -Puertas y ventanas. -Complejo de ventanas. |

| | | | |
|--|----------|---|--|
| | | elementos constructivos exteriores. | |
| Mejoramiento de infiltraciones. | A | Conserva valores del ámbito expresión exterior y elementos constructivos exteriores. | -Materialidad -Complejo de ventanas |
| Rediseño de espacios interiores que cumplan condiciones de acceso a la luz solar y programa arquitectónico mínimo para este tipo de viviendas. | M | Condicionada a la no modificación de valores del ámbito elementos constructivos interiores. | -Chimenea |
| Ampliación de la vivienda con espacio que compense el requerimiento energético. | M | Condicionada a la no modificación de todos los valores definidos en cada ámbito. Condicionado a la expansión en fachada posterior respetando altura de conjunto. | -Todos |
| Inclusión de colectores y paneles solares en cada vivienda ERNC. | M | Condicionada a la no modificación de todos los valores definidos en cada ámbito. | -Todos |
| Incorporación de producción de ERNC colectiva en espacio exterior público aledaños a las viviendas. | B | No existe disponibilidad de espacio público que cumpla con las condiciones y factibilidades técnicas de superficie y seguridad para una instalación de este tipo que este cerca de las viviendas. | - |

4.3.2 Definición de escenarios.

A partir de la matriz de compatibilidad energética-patrimonial, procederemos a definir él o los escenarios de Rehabilitación del inmueble.

Para ello se considerará como primer procedimiento la priorización de las mejoras al diseño arquitectónico pasivo de la vivienda, luego se evalúa la incorporación de ERNC y luego un escenario consolidado que incorpore ambas alternativas si fuera posible de acuerdo con el caso a caso. Las siguientes etapas guiarán en la definición de escenarios.

■ Paso 1: Reducción de la demanda de energía.

Diseño arquitectónico pasivo. Este paso incluye el análisis energético y consumos del caso base mejorado aplicando estrategias de diseño pasivo en su arquitectura, programa arquitectónico y materialidades.

Para esto se simularán tres escenarios en forma independiente uno de otro.

- 1- La aislación de la envolvente por dentro y por fuera de la edificación, ya que como vimos en el diagnóstico este factor carece de la eficiencia que la vivienda necesita.
- 2- Mejoramiento del programa arquitectónico y ampliación posterior de la vivienda.
- 3- Mejoramiento del estándar en puertas y ventanas.

En la mejora del programa arquitectónico el enfoque de la rehabilitación estuvo en conservar el volumen principal de la vivienda con sus características morfológicas y arquitectónicas valoradas y reconocidas y por otra parte, en la ampliación se propone un cambio morfológico radical en cuanto a plástica y morfología con una lectura moderna que incorpora mayor superficie de fachada y espacios de captación acristalados que cumplen la función de ser estabilizadores energéticos entre el ambiente interior y exterior de la vivienda. Las modificaciones consisten en la incorporación de mayor superficie de dormitorios, cocina y logia con acceso a la luz solar en primer y segundo nivel generando áreas de ganancias y captación solar, incorporación de baños en

segundo nivel, flexibilidad en segundo nivel para utilizar un espacio central iluminado como dormitorio o permanencia.

La profundidad de la vivienda si bien tiene ventajas por factor forma al disminuir las pérdidas de energía tiene un perjuicio al disminuir la iluminación y ventilación natural al interior de la vivienda, disminuyendo el confort ambiental interior o las condiciones de salubridad. La solución de expansión descrita se realiza con aumento de superficie hacia la fachada posterior en coherencia con los valores patrimoniales identificados en el diagnóstico patrimonial, conservando la altura y composición arquitectónica.

También se propone recuperar la chimenea de la vivienda, reconvirtiéndola con una nueva función de centro de servicios de calefacción y ventilación de la vivienda. En total se aumentan **23,8 m²**, siendo la superficie total construida de 110 m². El espacio de expansión posterior ha sido implementado para generar masa térmica, por tanto, el piso del primer nivel y los muros del espacio solar lateral cuentan con aislación permitiendo conservar la masa térmica almacenada en muros de albañilería y elementos pétreos en piso primer nivel.

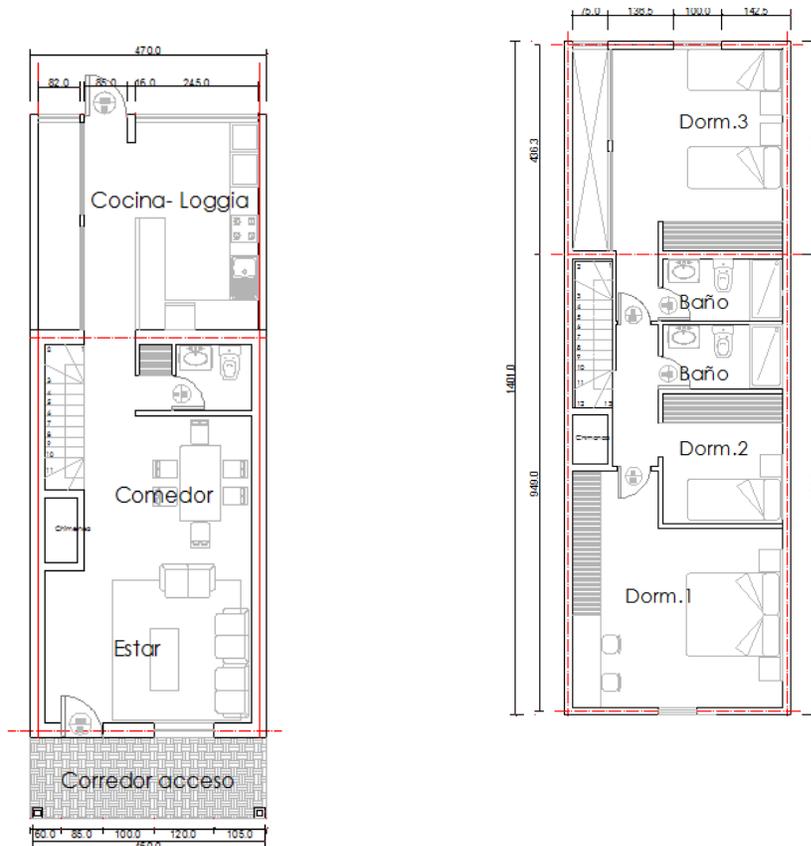
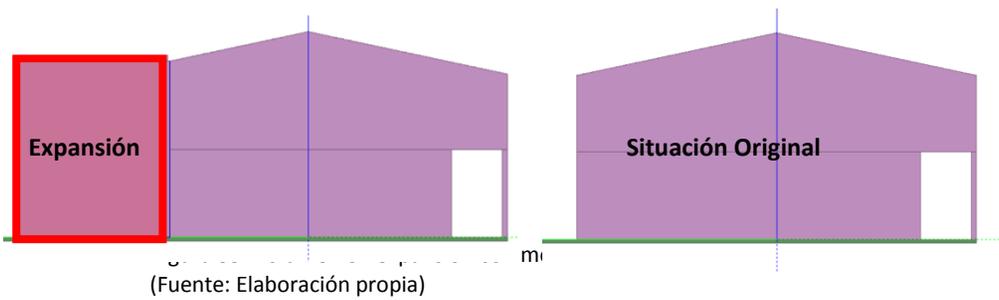


Figura 34. Plantas de arquitectura primer y segundo nivel modificado. (Fuente: Elaboración propia)



En el modelo simulado, se ha trabajado con mayor superficie acristalada de captación en la fachada posterior poniente y un espacio solar lateral que ingresa hasta el centro de la vivienda aportando sus ganancias solares que son captadas por la fachada posterior durante la mañana y durante todo el día por la cuarta fachada en la techumbre del edificio, acumulándose en los muros y piso del primer nivel y distribuyendo por convección al resto de la vivienda.

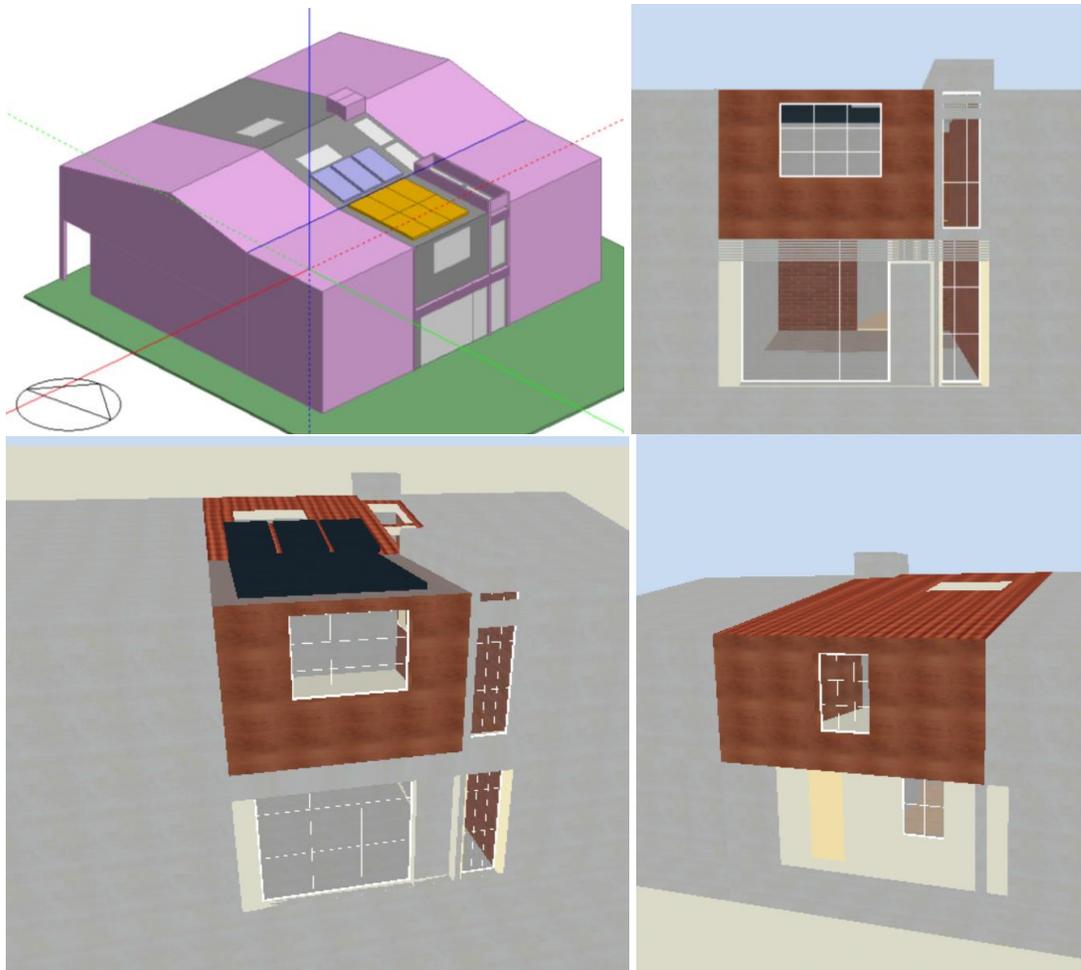


Figura 36. Imágenes modelo en expansión. (Fuente: Elaboración propia en software Desing Building)

La aislación térmica se ha trabajado por el interior y por el exterior. Para la propuesta de ahorro de energía que utilizaremos a través del aumento de las áreas de captación solar y acumulación a través de masa térmica, es conveniente utilizar aislación térmica por el exterior evitando los puentes térmicos y de esta forma resguardamos la condición térmica acumulativa del muro por el interior y lo protegemos del enfriamiento en el exterior.

La aislación exterior en la fachada principal sólo será posible en este caso si la solución se aplica a nivel colectivo, ya que la fachada no puede ver alterada su condición de uniformidad. Si no es posible esta opción se deberá aplicar por el interior, aunque esto disminuya el rendimiento energético.

Algunas de las ventajas de aplicar la aislación externa son [15]:

Inercia térmica: Conservación de la Inercia térmica.

Puentes térmicos: Supresión de puentes térmicos.

Protección contra la lluvia torrencial: Nueva impermeabilidad al lado del revestimiento.

Protección contra las heladas: la aislación protege la pared vieja de las heladas.

Secando la pared: el muro es protegido de la lluvia.

Modificación de acabados interiores: los cavados interiores no son modificados

Modificación del volumen interior: el volumen permanece sin cambios.

Algunas de las desventajas de aplicar la aislación externa son:

Modificación de la apariencia exterior: el aspecto exterior se modifica (requiere permiso de urbanismo)

Algunas de las condiciones de riesgo de aplicar la aislación externa son:

Trasferencia de vapor de agua: el revestimiento exterior debe ser permeable al vapor de agua. (Renouveau du logement social unifamilair, Tesis Ingeniería civil y arquitectura. Nicolás Pascual. 2011.)

Los resultados de estas simulaciones se muestran en la siguiente matriz.

Matriz 10. Aplicación **MATRIZ DE EVALUACION ENERGETICA DE LOS ESCENARIOS DEFINIDOS.**
(Fuente: Elaboración propia.)

| Estrategias/ Escenarios | Elemento modificado | Solución constructiva | Resultados | | % reducción demanda. |
|--|---|--|--|-------------------------------------|-------------------------|
| a. Aislación envolvente Original: Albañilería: 1,61 Tabique 2" X 4": 1,18 Tabique 2" X 2":1,26 Techumbre: 1,06 | Muros albañilería: aislación exterior. | Materialidad elemento constructivo. EIFS de 25 mm, estuco de 25 mm, ladrillo cocido de 260 mm, estuco de 25 mm | Espesor aislación en mm | Valor U= w/m² °C | |
| | | | 25 | 0,74 | |
| | Techumbre: aumento aislación y modificación cielo raso. | Teja arcilla de 25 mm, osb de 11 mm, fieltro de 17 lb, poliestireno 15 kg/m³ expandido de 50 mm, cámara de aire, poliestireno expandido 15 kg/m³ de 100 mm, yeso cartón de 10 mm. | 150 | 0,27 | 33,08 % |
| | Tabiques perimetrales de madera: aumento aislación. | Pino IPV 20 mm, fieltro de 15lb, plaza osb de 20 mm, pino 2"X2", poliestireno expandido 15 kg/m³ de 25 mm, pino IPV de 20mm. | 25 | 0,73 | |
| | Piso ventilado | Entablado pino IPV 25 mm, poliestireno expandido 15 kg/m³ de 25 mm, osb de 11 mm, entablado de pino IPV de 25 mm. | 25 | 0,55 | |
| | Piso en contacto con el suelo | Entablado pino IPV de 20 mm, poliestireno expandido 15 kg/m³ de 25 mm, radier de 80 mm, lamina de poliuretano de 4 mm, suelo natural. | 25 | 0,72 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| b. Mejora arquitectura. | Se incorpora espacio solar invernadero como parte de la ampliación. La fachada orientada en primer nivel se acristala para favorecer la captación solar. Se suman muros con masa térmica en el espacio solar y se aprovechan los existentes para almacenar el calor. Se abren ventanas de techo en espacio circulación escalera para mejorar iluminación natural interior en espacio central de la vivienda. | Con estas modificaciones aumenta la captación solar y los meses de equinoccios o de estaciones medias se mantienen confortables la mayor parte del tiempo con zonas confortables del 20 al 100%, exceptuando noviembre con un 63,3% en zona de confort. Los meses fríos correspondientes a junio y Julio el porcentaje se mantiene en un 0 % respectivamente. El mayor aporte que genera este caso es en la reducción de la demanda eléctrica en un 26%. Debido al aumento de superficie se incrementa la demanda de calefacción en un 27%. | | | 27,78 % |
| | Muro albañilería - masa térmica | Se ha considerado albañilería de ladrillo de igual espesor a muros perimetrales y en condición de pareo con vivienda vecina. | - | 1,81 | |
| | Piso ampliación | Considera masa térmica a través de la incorporación de piedra granito y aislación con celulosa. | 25 | 0,862 | |

| | | | | | | |
|----|----------------------------|----------------------|---|----|------|----------------|
| | | Techo ampliación | Techo plano con 2 capas de aislante poliestireno expandido, osb y tejuela asfáltica. | 50 | 0,30 | |
| c. | Mejora Puertas y ventanas. | Complejo de Ventanas | Se reemplazan por DVH lowE de alta eficiencia y marco de PVC | 6 | 1.49 | 13,63 % |
| | | Puertas exteriores | Se mejora el marco y reemplazan puertas de acceso y trasera a la vivienda en madera solida de 5 cm. | 50 | | |

Con estos resultados analizamos la variación en la demanda de energía, obteniendo los siguientes resultados para demanda de calefacción y electricidad. Cabe señalar que en todos los casos no se ha considerado demanda de refrigeración ya que sabemos que para esta zona no es necesario, debido a que se controla fácilmente con apertura de ventanas o protecciones solares.

Tabla 26. Desempeño energético de escenarios compatibles. (Fuente: Elaboración propia.)

| Escenario | Caso Base | a. Aislación envolvente | b. Mejora arquitectura | c. Mejoramiento ventanas y puertas | Mejor desempeño |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Demandas kwh/m ² | | | | | |
| Calefacción | 41.22 | 41.98 | 55.94 | 61.95 | Aislación envolvente |
| Electricidad | 68.32 | 31.32 | 23.16 | 32.31 | Arquitectura |
| Refrigeración | - | - | - | - | - |
| Total | 109.54 | 73.30 | 79.10 | 94.26 | Aislación envolvente |
| % ahorro demanda total | | 33.08% | 27.78 % | 13.63 % | |

De la tabla anterior podemos concluir que el mejor desempeño lo tiene el escenario de mejora en la aislación de la envolvente con una reducción de la demanda de 33 %. En este caso existe un buen factor de forma que favorece el rendimiento energético, existen sólo dos fachadas de poca longitud que mejorar y la cubierta como elemento predominante, lo que explica el alto desempeño obtenido. En segundo lugar, la mejora de arquitectura y ampliación de la vivienda logran un 28 % en la reducción de la demanda considerando el aumento de superficie a calefaccionar, este valor equivale a un buen resultado, ya que, aunque aumenta la superficie las intervenciones con mejora de acceso a la luz y captación solar actúan compensando la demanda global, cumpliendo el espacio solar propuesto una función de prótesis energética si pudiéramos llamarlos de alguna forma. En este caso la reducción se logra principalmente por la disminución del consumo eléctrico el que disminuye en un 66% en relación con el caso base.

Con los valores de mejoramiento térmico, analizaremos su repercusión en el aumento de permanencia en la zona de confort térmico.

Matriz 11. Permanencia en confort térmico operativo. (Fuente: Elaboración propia.)

| Mes | % permanencia Zona confort térmico operativo. | | | |
|----------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| | Caso Base | a. Aislación envolvente | b. Mejora arquitectura | c. Mejora en ventanas y puertas |
| Enero | 100% | 98,76% | 84,6% | 100% |
| Marzo/ Septiembre | 100 % | 87,6% | 83,87% | 100% |
| Julio | 0% | 12,9% | 38,7% | 0% |

Las mejoras realizadas si bien tienen una repercusión significativa en la reducción de demanda anual, no logran aumentar considerablemente la permanencia en la zona de confort, aumentando la temperatura promedio en los meses analizados en general con mayor influencia en el aumento de confort en invierno con la solución de mejora de arquitectura comprobando así la eficacia del aumento de las zonas de captación solar en la regulación de la temperatura interior de la vivienda. Luego la aislación de la envolvente también logra aumentar la permanencia en zona de confort a un 12,9%. En cambio la mejora en puertas y ventanas no logra aumentar estos rangos de acuerdo a los resultados de la simulación realizada.

Para identificar la mejor combinación de materialidad- eficiencia, se simularon varias alternativas para de aislación interior y exterior en muros de albañilería, las que privilegiaron materiales ecológicos. Entre ellos sistema de barro paja liviano y láminas de corcho, consiguiendo valores similares a los que se obtienen con la incorporación de poliestireno expandido, presentando estos sistemas la desventaja de requerir mayores espesores de aislación para una buena transmitancia, los que van de 75 mm a 125 mm. El corcho con estos espesores alcanza mejor transmitancia que el barro paja liviano, pero a un costo económico mayor.

■ **Paso 2: Incorporación de sistemas de energía renovables no convencionales.**

En este caso se evaluó una solución individual, ya que no era factible la incorporación de una solución colectiva. Para la solución individual la superficie de cubierta disponible para la instalación de los sistemas es mínima y corresponde al volumen expandido, alcanzando a cubrir 3 colectores para ACS y 6 colectores fotovoltaicos para demanda eléctrica. Si consideramos que por persona se necesitan 4 m² de colectores para ACS, con esta solución individual cubriríamos la demanda de 1,5 habitantes de la vivienda, por lo tanto, se necesita un sistema alternativo

comunitario de apoyo. Solo con la incorporación de este sistema se logra reducir en 10,04% la demanda energética, principalmente en demanda de calefacción con un 22%.

Matriz 12. Desempeño de ERNC. (Fuente: Elaboración propia).

| Estrategias/ Escenarios | Modificaciones | Resultados | % reducción demanda |
|--|--|---|---------------------|
| Integración de sistemas de energía renovables (individual) | Se incorporan 3 colectores para ACS y 6 fotovoltaicos. | 98.54 kwh/m ² total demandado, 32,31 kwh/m ² de calefacción y 66.23 kwh/m ² de electricidad. | 10, 04% |

■ Paso 3: Modelo consolidado.

Para este escenario se han considerado los mejores resultados obtenidos de la simulación de escenarios: aislación de la envolvente por complejo constructivo, mejoramiento de puertas y ventanas, mejoramiento del programa arquitectónico y ampliación de la vivienda e integración de ERNC, obteniendo los siguientes requerimientos de demanda en el modelo CONSOLIDADO que a continuación se presenta.

Matriz 13. Identificación de demanda energética del caso base y confort térmico. (Fuente: Elaboración propia en base a modelación.)

| Mes | % permanencia Zona confort térmico operativo. | | Demandas energéticas | | |
|----------------------|---|------------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| | Caso Base | Ampliación Consolidado | | kwh/m ² | Caso Base |
| Enero | 100% | 12,9 % | Calefacción | 41.22 | 49,13 |
| Marzo/ Septiembre | 100 % | 45,16 % | Electricidad | 68.32 | 23,17 |
| Julio | 0% | 61,29 % | Total | 109.54 | 72,30 |

Si consideramos las mejores mejoras por escenario podemos observar que se obtiene un mejor desempeño, pero este no es significativo con relación a la mejora de aislación, siendo el ahorro de demanda anual con relación al caso base es de **34%**, sólo un 1% de diferencia con este último. La mayor diferencia está en que al existir en este escenario combinado aumento de la superficie esto asociado a la incorporación de mejor aislación, logra reducir la demanda de calefacción en un 12.17% con relación al escenario de sólo mejora de arquitectura.

4.4 VALIDACION FINAL.

Validación cultural- social del escenario elegido.

Se requiere generar instancias de participación en donde se discuta la asertividad y coherencia de los resultados del escenario optimizado seleccionado como mejor alternativa. Los actores involucrados en el caso de estudio están compuestos por propietarios, vecinos, privados, profesionales técnicos, organismos públicos como el CMN, Municipio de Lota y grupos sociales organizados. En este caso se aplicó encuestas sociales exponiendo lo resultados en anexos de la investigación.

Evaluación económica.

La justificación económica del proyecto tiene relación en este caso, con la posibilidad de generar la mejor solución energética al más bajo costo, ya que el rango presupuestario es acotado a los marcos presupuestarios de programas de mejoramiento manejados por el estado. Pero también se apuesta a que las mejoras estén al alcance de los propietarios como otra opción de ejecución del proyecto. Por tanto, en las propuestas se ha optado por elección de materiales de bajo costo, locales, de fácil adquisición e instalación, para dar sustentabilidad económica a las propuestas. En este caso la mejor solución que se debiera aplicar es la aislación de la envolvente que se podría financiar con programas de mejoramiento vigentes del estado.

Evaluación final técnica-social.

Si existieran sugerencias técnicamente factibles de acoger se implementarán las modificaciones al proyecto.

4.5 DEFINICION DE CRITERIOS PARA LA REHABILITACION ENERGETICA PATRIMONIAL RESIDENCIAL EN CHILE.

De acuerdo con los resultados del análisis realizado, la información bibliográfica revisada y marco teórico, se han definido los siguientes **criterios para la rehabilitación energética patrimonial residencial en Chile:**

- El diseño de la rehabilitación energética patrimonial residencial en Chile requiere en primera instancia que se reconozca la importancia de mantener los valores patrimoniales y la necesidad actual de integración de valores ambientales a las intervenciones en este tipo de inmuebles.
- La propuesta de análisis para guiar los principios de rehabilitación deberá contemplar por separado el estudio, definición y valoración de las condicionantes patrimoniales y energéticas de los inmuebles considerando que la propuesta de soluciones energéticas deben ser altamente compatibles con los valores patrimoniales identificados en “Matriz de elementos patrimoniales”, pero también puede ser aceptable la compatibilidad media, si se resuelven las consideraciones que resguardan los elementos valorados.
- Cada caso de rehabilitación presenta objetivos y problemáticas individuales a resolver, que tienen relación con ámbitos multidimensionales entre los que se encuentran el comportamiento en la forma de habitar y necesidades del usuario. Por tanto, resulta fundamental comprender que la metodología propuesta puede generar intervenciones energéticas “particulares y detalladas” definidas de acuerdo con los valores patrimoniales identificados en la matriz de elementos patrimoniales los que estarán en armonía con los estándares energéticos y cumplimiento normativo de nuestro país.
- En resguardo del financiamiento y factibilidad de la ejecución de las soluciones se deberá considerar desde el inicio la inclusión de conceptos de baja tecnología y bajo costo, low cost-low tech.
- Para la determinación de escenarios se deberá considerar en primera instancia todas las acciones tendientes a la reducción pasiva de la demanda y en segunda instancia la

incorporación de sistemas activos de calefacción y refrigeración provenientes de fuentes de energía renovables.

- Como patrón general podemos considerar que los elementos más gravitantes en las rehabilitaciones patrimoniales son la cubierta, la envolvente y la incorporación de espacios solares al interior de la vivienda que permitan mejora de condiciones de confort interior como iluminación y ventilación naturales.
- La rehabilitación deberá considerar como objetivo en las mejoras y en lo posible la normalización técnica y normativa de toda la edificación, un alto rendimiento energético y el 100% de cumplimiento normativo de las modificaciones en expansión o rehabilitación más importantes.
- A la vez deberá considerar el concepto de adaptabilidad de los inmuebles protegidos a las nuevas necesidades y cambios de uso de los requerimientos de la vida actual, así como la adaptabilidad e integración de las soluciones propuestas a lo existente.
- En coherencia con conceptos los nuevos conceptos de confort ambiental es adecuado instalar este concepto en el quehacer nacional, diseñando las rehabilitaciones para que permitan mantener los recintos dentro de los rangos de confort adaptativo locales con acceso a luz solar y ventilación natural.
- Para la reducción de las demandas las soluciones planteadas deberán priorizar mejoras de bajo impacto visual o que no sean perceptibles a modo de resguardar los valores morfológicos y patrones de diseño originales. Para ello se sugiere comenzar por la mejora a la aislación de la envolvente y mejoras en la eficiencia en puertas y ventanas, como primera acción a considerar.
- En climas con demandas altas de calefacción se deberá considerar como exigencia la instalación de complejo de ventanas de alta eficiencia con DVH, siempre y cuando sea compatible con el resguardo de los elementos patrimoniales valorados.
- Cuando el rendimiento energético de la vivienda existente no sea del todo optimizable, el rendimiento energético de las modificaciones en expansión de la rehabilitación, deberían equilibrar el rendimiento energético de la vivienda existente a través de dispositivos

energéticos espaciales, integrando de esta forma el concepto de “compensación patrimonial - energética” de la construcción nueva a la construcción existente.

- Las soluciones debieran considerar un porcentaje mínimo de aporte a la demanda a través de autogeneración de energía proveniente de fuentes renovables.
- En cuanto a la materialidad, las rehabilitaciones deberán considerar materiales acordes a los existentes y en lo posible mantener y/o reutilizar materiales removidos producto de las intervenciones. De igual forma deberá utilizar materiales de bajo impacto ambiental y bajo costo de mantención y fácil reposición.

CAPITULO V. CONCLUSIONES.

La importancia del patrimonio en nuestro país ha estado siempre presente y se le ha dado énfasis a partir del año 1925 con la primera ley de protección del patrimonio construido, sin embargo, la forma de abordar la rehabilitación de este patrimonio es un tema reciente y se encuentra directamente relacionada con las opciones y montos de inversión que requieren las intervenciones. La gran cantidad de desastres naturales ha dejado en evidencia la vulnerabilidad energética en que se encuentran los inmuebles patrimoniales actualmente y de esta forma se ha impulsado la reconstrucción y mejoramiento conscientes de los valores patrimoniales a los que se ha sumado las exigencias y valores energéticos que se han venido desarrollando con fuerza en nuestro país en los últimos 10 años luego de la implementación de la reglamentación térmica, sin embargo, la limitante continúa siendo la variable económica de los proyectos.

Es necesario y pertinente que se incorporen subsidios de mayor monto de inversión, para renovación energética patrimonial, los que deben responder a condicionantes más complejas que resolver, si consideramos que muchas construcciones de este tipo no cumplen con la normativa. Por tanto, el presupuesto de las intervenciones es mayor al promedio de una construcción existente nueva. De igual forma se debieran incorporar incentivos económicos para las empresas que intervengan en este tipo de construcciones o incluir algún tipo de bonificación o exención de pagos, para dar factibilidad e incentivar estas intervenciones.

La integración y compatibilidad de los valores patrimoniales y energéticos requiere primero el reconocimiento y definición de cada uno de los aspectos que componen ambos ámbitos en las edificaciones existentes y luego la determinación del grado de compatibilidad de ambos. En el caso de las edificaciones existentes protegidas normativamente, este reconocimiento es más complejo pues se trata de un análisis multifactorial que involucra principalmente aspectos históricos, ambientales, sociales, económicos, urbanos, arquitectónicos y de comportamiento y necesidades del usuario. El aspecto arquitectónico, a nivel nacional, no está definido como abordarlo en detalle. Por tanto, la metodología diseñada, genera un procedimiento detallado y flexible que permite abordar y valorizar esos aspectos de la edificación para definir que mejorar y como mejorarlo sin perder el carácter de los inmuebles. En este sentido es fundamental considerar un proceso multidisciplinario de participación ciudadana desde el inicio del proyecto en edades tempranas, incorporando en la toma de decisión de las soluciones una gama amplia de opiniones

que incluyan a él o los propietarios, la ciudadanía a la cual afectan las intervenciones cuando el proyecto tiene un impacto urbano reconocido, las instituciones de regulación que involucran obtención de aprobaciones o permisos. Patrimonio y participación son esenciales en los procesos de toma de decisiones, aportando ello a mejorar la calidad y sustentabilidad en el tiempo de las mejoras implementadas.

Cabe señalar que del análisis de la información bibliográfica se puede mencionar que la elaboración de la evaluación patrimonial tiene componentes de subjetividad inherentes, ya que los puntajes son asignados por técnicos que deben extrapolar su apreciación de la arquitectura a los valores establecidos, y cada persona tiene su particular apreciación de la arquitectura. Una solución a esto sería instruir a los evaluadores para que se aplicara un mismo criterio.

En Bélgica, el país referente considerado para este estudio, la rehabilitación de viviendas es una acción muy frecuente, que se impulsa y es valorada técnica y socialmente. Se ve como un potencial capital de inversión y de sustentabilidad por la opción de recuperación de edificaciones en desuso, dado el gran mercado de viviendas existentes presentes. Las exigencias de la norma Belga para este tipo de inmuebles, están asociadas a la data de construcción y a la escala de las intervenciones. Por tanto, existen criterios de exigencias de acuerdo con el caso a caso y también existe la flexibilidad mayor aun de no exigencia en casos justificados a cargo de los profesionales de la obra.

Ahora bien, debemos considerar que las intervenciones energéticas en edificios patrimoniales pueden implicar una sobre exigencia para el edificio, si la enmarcamos en el cumplimiento de estándares o evaluaciones establecidas para un edificio nuevo, por ejemplo, entonces existe un riesgo de sobrecarga que debe ser evaluado. De este modo cada rehabilitación es particular y obedece a un diagnóstico específico, por tanto, las intervenciones deben ser priorizadas de acuerdo con los objetivos de la intervención o marco de trabajo identificados en la metodología propuesta. De igual forma hay que considerar que los resultados obtenidos están sujetos a modificaciones no controlables, ya que, al tratarse de un proyecto de conservación y reparación patrimonial, el real estado de las estructuras se verá al momento del desarme.

Por tanto, el objetivo de la rehabilitación debe basarse no solo en el desempeño energético sino más bien en una acción integral que resguarde también otras condicionantes como el uso práctico y comportamiento en el habitar del usuario en cada inmueble analizado.

En relación con el tiempo de ejecución estas intervenciones pueden estar afectas a aumentos de plazos, ya que si requiere desarme no es predecible cien por ciento lo que vamos a encontrar, además se podría demandar elaboración de elementos constructivos específicos que requieren un mayor plazo de diseño y ejecución como por ejemplo un tipo especial de complejo de ventanas.

Dentro de las brechas que se identificaron tanto de la literatura revisada como de la experiencia en campo en Bélgica, tanto en visitas a obras, reuniones con oficinas expertas en rehabilitación y reuniones con el equipo de investigación de la UCL, se pueden determinar las siguientes brechas:

- Para la concreción de los escenarios de rehabilitación energética patrimonial es necesario que en forma previa se implemente en Chile, una Política General de Armonización del Patrimonio con los estándares actuales de confort y rendimiento energético posibles de implementar en nuestro país.
- Junto con la mejora de las condiciones de habitabilidad a nivel de gobernanza sería adecuado definir un programa mínimo por superficie por recintos en la rehabilitación energética de la vivienda patrimonial, considerando que se trata de viviendas de data antigua, que responden a estándares también antiguos. Las necesidades y estándares han cambiado y requieren también su modernización, por ejemplo, dotar la vivienda de espacios de servicios, de permanencia y descanso, aumentar número de dormitorios, habilitar metros lineales de closet, y zonas de estudio o trabajo en casa.
- Chile es un país en vías de desarrollo, por tanto, sus esfuerzos mayores aún están puestos en la subsanación de prioridades básicas como la demanda de vivienda. Por esta razón, se ha implementado como política habitacional principal la construcción de viviendas nuevas, dejando fuera la posibilidad de un desarrollo de la industria de la rehabilitación patrimonial. Existiendo actualmente problemas de financiamiento y también de oferta de este tipo de inmuebles.

Las oportunidades identificadas de la Rehabilitación energética patrimonial residencial en Chile son:

- La alta valoración de estos inmuebles es un potencial que va en aumento en nuestro país, muestra de ello son los diferentes planes y programas implementados desde 2007 en nuestro país y potenciados por las catástrofes acontecidas en los últimos 8 años.
- Las viviendas patrimoniales presentan un alto potencial medioambiental al aportar a la armonía y equilibrio del entorno.
- El 86% de la población chilena habita en zonas urbanas, esto ha desembocado en una demanda mayor del suelo para vivienda. La escases de suelo para expansión habitacional en las ciudades es un problema para el gobierno el que ha volcado esfuerzos para promover la inversión en cascos antiguos y la densificación de los centros poblados, ambas acciones coherentes con el desarrollo de una ciudad sustentable aportando en la reducción del consumo de energía en transporte por el ejemplo.
- Este tipo de intervenciones genera una alta rentabilidad social cualitativa a través del aporte del valor cultural al entorno construido.
- La rehabilitación de edificios puede generar ahorros en estructuras y materiales considerables y también aportar mejor calidad de superficie por recinto.

De la aplicación de la metodología al caso de estudio “Pabellón de Lota”, podemos concluir que la aislación de la envolvente fue el factor que más ahorro energético produjo sobre la demanda original del caso base. El escenario consolidado logró un rendimiento similar a sólo la aislación de la envolvente. Lo que se explica por el aumento de la superficie e incorporación de superficie vidriada para mejoramiento del acceso a la luz solar.

Si consideramos la escala de valor utilizada por la calificación energética en nuestro país con un promedio un consumo anual de 19.200 kwh/año para el caso base que cumple con la normativa térmica actual correspondiente a la letra E, la solución del escenario combinado clasificaría como letra B con un consumo de 7.254 kwh/año. Para el contexto social en donde se implementarán las soluciones el ahorro que genera el escenario combinado es significativo si consideramos el ingreso mensual promedio por hogar es de \$ 432.679 (casen 2015) y significa un ahorro de \$848.543 al año.

En relación con el promedio nacional de consumo óptimo que postula la calificación energética de 88 kwh/m² año, el resultado obtenido es 18% menor. A nivel comunal el consumo se reduce en un 60% de 180 kwh/m² año en promedio para la ciudad de Concepción, de acuerdo con lo establecido en el Manual de hermeticidad al aire de las edificaciones. El rendimiento energético alcanzado se puede clasificar como “Baja energía” ya que la demanda de calefacción es de 49,13 kwh/ m² año estando bajo el límite de 60 kwh/ m² año de acuerdo a las definiciones belgas analizadas en el primer capítulo. Estamos lejos del estándar de vivienda pasiva y dependiendo de las factibilidades de inversión podríamos llegar a 30 kwh/ m² año para clasificar como muy bajo. El saldo de energía requerida para obtener el balance 0 es de 7.254 kwh/año los que deben ser compensados y provenir de aportes de fuentes renovables de energía producidas en el sitio.

En respuesta a la pregunta de investigación sobre la implementación en Chile de la rehabilitación residencial patrimonial, podemos concluir que es factible considerar estándares de “Baja energía” bajo criterios de confort actuales nacionales e internacionales a low-cost y low-tech, sin comprometer los valores patrimoniales de los inmuebles. Para la implementación de la rehabilitación patrimonial baja energía en Chile, es necesario abordar los siguientes ámbitos: Gobernanza, proponiendo medidas de gestión y simplificación de procedimientos e incentivos para los inversionistas, social, promover educación cívica en resguardo del patrimonio, generar soluciones low tech y low cost para dar la posibilidad de ser implementadas por el usuario, promover alianzas público-privadas. Poner en la mesa la temática de la rehabilitación energética con las autoridades que deben aprobar este tipo de iniciativas; CMN, Dom municipales, Minvu, Cámara Chilena de la construcción, etc., socializar los beneficios de la rehabilitación de viviendas.

Como futuros temas de desarrollo esta investigación podría tener una continuación en la definición de estándares energéticos por tipo de vivienda. Esto es realizar un catastro regional o nacional, definiendo por data de las edificaciones, su tipología arquitectónica y su materialidad un determinado rendimiento mínimo o criterios de intervención específicos de acuerdo con cada categoría. Es decir, rendimiento asociado a antigüedad de la vivienda, como un parámetro optimizado de exigencia en el rendimiento. Por otra parte sería un aporte a los criterios establecidos, el generar un estudio de simulación que abordara una muestra representativa de inmuebles patrimoniales a nivel regional, para determinar valores mínimos de eficiencia por tipo de inmueble, así como los requisitos mínimos de confort y espesores mínimos de aislación que permitan un alto rendimiento energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arco, Julián et al. Gestión y rehabilitación energética de edificios existentes: procedimiento experimental de diagnóstico y caracterización energética. Revista de la Construcción, Dic 2013.
2. Attia, Shady Galal Mohamed; Mlecnik, Erwin, "Principles for nearly zero energy building in Belgium". Digital access to libraries Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium. Available at <http://hdl.handle.net/2078.1/110510>.
3. Geoffrey Van Moeske. Licar2822. Sustainable Building II-Part HVAC. Architecture and Climate. Faculty of Architecture, Architectural Engineering, Urban Planning (LOCI) Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve Belgium. Part five. Energy Standards. 2016-2017.
4. Attia, S., (2018) Net Zero Energy Buildings (NZEB): Concepts, frameworks and roadmap for project analysis and implementation, Elsevier.
5. Attia, S., Hamdy, M., Carlucci, S., Pagliano, L., Bucking, S. and Hasan, A. (2015), "Building performance optimization of net zero-energy buildings, in Modeling, Design, and Optimization of Net-Zero Energy Buildings" (eds A. Athienitis and W. O'Brien), Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, Germany.
6. Amanda L. Webb, Energy retrofits in historic and traditional buildings: A review of problems and methods. Elsevier, volumen 77, September 2017.
7. João M.P.Q. Delgado. "Sustainable Construction, Building Performance Simulation and Asset and Maintenance Management". Building Pathology and Rehabilitation. 2016.
8. Aguer Hortal Mario, Jutglar Banyeras Luis, Miranda Barreras Ángel, Rufes Marines Pedro, "El ahorro energético: Estudios de viabilidad económica". Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2006.
9. Chr. Hjorth-Andersen, Discussion papers Institute of Economics University of Copenhagen, "The Danish Cultural Heritage: Economics and Politics"
10. Cocollano Rodríguez, José. 2001, "Ahorro Energético en la Construcción y Rehabilitación de Edificios". Madrid. Editorial Paraninfo.
11. Geoffrey Van Moeseke, Turn the gas off: Zero-energy achievement based on free floating internal conditions between health-related limits. PLEA2011 Conference (Louvain-la-Neuve, du 13/07/2011 au 15/07/2011). Digital access to libraries Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium. Available at <http://hdl.handle.net/2078.1/94905>.

12. Alexandra Troi, EURAC research, and Zeno Bastian, Passive House Institute, Handbook "Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings".2015. Digital access to libraries Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium.
13. Shady ATTIA, André De Herde, "Design Decision Tool for Zero Energy Buildings", Conference Paper. Passive and Low Energy Architecture, Vol. 1, no. 1 (2011). Digital access to libraries Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium.
14. Attia, Shady Galal Mohamed, "Avoiding the elephants: The netand nearly zero energy building target in Belgium". Digital access to libraries Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium. Available at <http://hdl.handle.net/2078.1/110511>.
15. Nicolas Pascual. "Renewal of Single Family Housing". June 2011. Theses, memoirs. Catholic University of Louvain. Louvain-la-Neuve, Belgium.
16. Ministry of Environment and Energy The National Forest and Nature Agency Denmark, "InterSAVE, International Survey of Architectural Values in the Environment".
17. Jacques Allier, Jean-Louis André, Jean-Yves Barrier, Sebastien Ranque, Jean-Yves Brélivet, "Construire sa maison écologique zero energie de A à Z".
18. Karsten Voss, Eike Musall, "Net Zero Energy Buildings. International projects of carbon neutrality in buildings".
19. The European Commission, "Un Vitruvio ecológico principios y practica del Proyecto arquitectónico sostenible". Impreso en 2007. Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona.
20. Hempel, R., Hatt, T., Saelzer, G., Schmidt, D., Wegertseder, P. "El estándar Passivhaus en Chile, Concepción. Universidad del Bío Bío".
21. Fernando Pacheco Torgal, Marina Mistretta Arturas Kaklauskas, Claes G. Granqvist, Luisa F. Cabeza, "Nearly Zero Energy Building Refurbishment A Multidisciplinary Approach". Springer. 2013
22. Masa Noguchi, "ZEMCH: Toward the Delivery of Zero Energy Mass Custom Homes" , Springer Tracts in Civil Engineering. 2016.
23. Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, Directivas N° 32/2006, 27/2002, 27/2012, 31/2010, sobre Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).
24. Energy Performance of Buildings (EPB) en Bélgica. Disponibles en www.environnement.brussels, www.energiesparen.be/sites/default/files/atoms/files/epbuwaarde_n2018.pdf, <http://www.energiesparen.be/sites/default/files/atoms/files/epbeisentabel2018.pdf>, https://energie.wallonie.be/fr/04-04-valeurs-umaxrmin.html?IDC_PEB=9491&IDD=113532&IDC=9091.

<https://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-du-1er-janvier-2018-au-31-decembre-2020.html?IDC=7224&IDD=114085#Exigences>.

25. Página Web Performance Energy Buildings <https://www.energuide.be/en/questions-answers/what-does-nearly-zero-energy-living-nze-mean/333/>.

26. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Calificación Energética de Viviendas (CEV) Presentación Abril 2015. Web CEV: <http://www.calificacionenergetica.cl/media/CEV-2014.pdf>.
<http://www.calificacionenergetica.cl/>.

27. Instituto Nacional de Normalización (INN). Norma Chilena, NCH 1079 of 2008.

28. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ley general de Urbanismo y construcciones, D.F.L N° 458 de 1976. Artículo N° 60. Actualizada al 15.02.18. Disponible en http://www.minvu.cl/opensite_20070212170153.aspx.

29. Página Web - <https://www.acee.cl/>, Agencia Chilena de eficiencia energética.

30. Ordenanza General de Urbanismo y Contrucciones.D.S. N° 47 de 1992. Artículos 1.1.2, 4.1.10 y 5.1.4. actualizada al 22.02.18. Disponible en http://www.minvu.cl/opensite_20070212170153.aspx.

31. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Resolución Exenta MINVU N° 7712 de fecha 16.06.17. Modifica cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario, para proyectos del programa Fondo Solidario de Elección de Viviendas D.S 49 (V Y U) de 2011).

32. Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo de Chile, “Estrategia Regional de Desarrollo 2015-2030 Región del Biobío”. Disponible en <http://www.subdere.gov.cl/documentacion/biobio-estrategia-regional-de-desarrollo-periodo-2015-2030>.

33. Gobierno de Chile. “Política Nacional de Desarrollo Urbano en Chile”. Ciudades Sustentables y Calidad de Vida. Enero 2014. Disponible en http://www.minvu.cl/opensite_20061113124744.aspx.

34. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. “Circular MINVU DDU N° 400” de fecha 12.02.18. Declaración, reglamentación y reconocimiento, según corresponda, de las áreas de protección de recursos de valor patrimonial cultural, en PRC, referidos a Zonas y lo Inmuebles de Conservación Histórica, y Monumentos Nacionales. Aplicación inciso segundo artículo 60 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

35. Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, “Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas”. Título I art.1°, Titulo VI art. 29° y 30°.

36. Ministerio de Educación de Chile, “Reglamento sobre zonas típicas o pintorescas de la ley nº 17.288”. Diario Oficial 27.06.2016.

37. Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, “Cuadernos del Consejo de Monumentos Nacionales Segunda Serie, nº 37, 2001, normas sobre zonas típicas o pintorescas”.

38. Ministerio de Educación de Chile. “Decreto N°232 del 22.05.2014”, Declara Monumento Nacional en categoría de Monumento Histórico al “Sector de Chambeque” y en categoría de Zona Típica o Pintoresca al “Sector de Lota Alto” ubicados en la comuna de Lota, provincia del Concepción, región del Biobío, Chile”.

39. Universidad del Bio-Bío Chile. Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción, CITEC UBB, Dirección de Extensión en Construcción, DECON UC. Proyecto FONDEF ISBN N° 978-956-9275-27-2, “Manual de Hermeticidad al Aire de Edificaciones”. 2014.

GLOSARIO.

DEFINICIONES O.G.U.C, ARTÍCULO 1.1.2 Y ARTÍCULO 5.1.4:

“Alteración”: cualquier supresión o adición que afecte a un elemento de la estructura o de las fachadas de un edificio y las obras de restauración, rehabilitación o remodelación de edificaciones.

“Restauración de un inmueble”: trabajo destinado a restituir o devolver una edificación, generalmente de carácter patrimonial cultural, a su estado original, o a la conformación que tenía en una época determinada.

“Rehabilitación de un inmueble”: recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort.

“Remodelación de un inmueble”: modificación interior o exterior de una construcción para adecuarla a nuevas condiciones de uso mediante transformación, sustracción o adición de elementos constructivos o estructurales, conservando los aspectos sustanciales o las fachadas del inmueble original.

NORMAS SOBRE ZONAS TÍPICAS O PINTORESCAS. CMN.

TÍTULO I

DE LAS DEFINICIONES

ARTICULO 1º.- Para los efectos de estas normas, se entenderá por:

Intervención: Proceso que implica la ejecución de obras de construcción, conservación, reciclaje o ampliación de las edificaciones existentes y su entorno.

Conservación: El conjunto de procesos necesarios para la mantención de la importancia arquitectónica, arqueológica, histórica, artística, científica, paisajística, biológica y social del patrimonio cultural o natural. Este proceso de conservación implica acciones de preservación, restauración y reconstrucción.

Preservación: El proceso de mantener el estado original de un inmueble, sitio o ambiente, ya sea protegiéndolo anticipadamente del daño o peligro, o retardando su deterioro con el mínimo de intervención.

Restauración: El proceso de devolver a un inmueble, sitio o ambiente a su estado original o alguna etapa previa de su existencia, mediante la consolidación, la exclusión de los elementos no pertenecientes a su identidad, o la incorporación de nuevos materiales o elementos, siempre y cuando no la alteren.

Reconstrucción: El proceso de restablecer o recrear el estado original o previo de un inmueble, sitio o ambiente, mediante la incorporación preferente de nuevos materiales. Esta reproducción auténtica –total o parcial– estará fundamentada en documentación comprobada por evidencia científica a través de un estudio de tipología (documentos gráficos, fotográficos o de archivo).

Reciclaje o Acondicionamiento: Son las obras necesarias para la adecuación de un inmueble o una parte del mismo a los usos que se destine, mejorando sus condiciones de habitabilidad y manteniendo su envolvente exterior original, su configuración interior general y su estructura básica original.

ANEXOS.

ANEXO 1. Encuestas sociales aplicadas.

La metodología consideró en el ítem de participación ciudadana la aplicación de encuestas en terreno a cada una de las viviendas que conforman el pabellón en estudio. La finalidad de las encuestas fue integrar la valoración de elementos patrimoniales que los propios usuarios tienen del inmueble. Para ello se utilizó el siguiente formato:

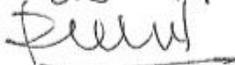
Encuesta de valoración Pabellón N° 49, Lota. Folio: 10

1. ¿Cuáles son los elementos representativos del Pabellón 49, que Ud. valora?

FACHADA, PILARES DE MADERA, USO DE MADERA

2. De estos elementos mencionados, ¿Cuál considera que es más importante proteger, según la siguiente escala de valoración?

| 2 = muy característico (es único de Lota) | 1 = característico (puede existir en otro lugar) | 0 = poco característico (es común encontrarlos en otros lugares) |
|--|---|---|
| UNIÓN DE LA FACHADA | USO DE MADERA | PILARES |

Nombre: ROSALIA TOLOZA
 Dirección: CASA 19
 Firma: 

Resultados de encuesta: se aplicaron encuestas a la totalidad de las 27 viviendas que conforman el pabellón. De la sistematización de la información se obtiene que los elementos reconocidos por los usuarios en orden de importancia son: la fachada de madera, pilares, chimenea y corredor. El elemento más valorado es la fachada del pabellón en madera con un 46,6 % seguido de la chimenea y corredor con un 20% cada uno y en último lugar los pilares de madera. En cambio, el elemento más característico es también la fachada de madera con un 42,85% seguido del corredor con un 28,5%, chimenea con 21,4% y pilares con 7,14%. Por tanto, podemos constatar que lo más valorado por el usuario es la fachada de madera y su unidad en la expresión arquitectónica, seguida del corredor con un 28.55%.

ANEXO 2. Resultados simulaciones, Tablas de confort térmico en invierno.

Planilla de datos. 1. Caso Base.

| 1 | Date/Time | Relative Hum | Air Temperat | Radiant Tem | Operative Temperature | Outside Dry-E |
|-----|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 2 | | % | °C | °C | °C | °C |
| 184 | 01-07-2002 | 69,42803 | 16,77905 | 15,85919 | 16,31912 | 11,93125 |
| 185 | 02-07-2002 | 78,05074 | 17,38341 | 16,41822 | 16,90082 | 13,53333 |
| 186 | 03-07-2002 | 75,08398 | 17,99686 | 17,09454 | 17,5457 | 12,825 |
| 187 | 04-07-2002 | 58,74597 | 17,648 | 16,96451 | 17,30626 | 7,5125 |
| 188 | 05-07-2002 | 48,1754 | 16,82297 | 16,16576 | 16,49437 | 6,535417 |
| 189 | 06-07-2002 | 61,63017 | 15,55737 | 15,19418 | 15,37577 | 7,666667 |
| 190 | 07-07-2002 | 71,57314 | 16,24194 | 15,32959 | 15,78576 | 11,18125 |
| 191 | 08-07-2002 | 65,32587 | 16,52577 | 15,73312 | 16,12944 | 9,113542 |
| 192 | 09-07-2002 | 48,79641 | 16,06796 | 15,37427 | 15,72111 | 5,884375 |
| 193 | 10-07-2002 | 43,26672 | 15,83491 | 15,08915 | 15,46203 | 7,363542 |
| 194 | 11-07-2002 | 52,12059 | 15,68751 | 14,90232 | 15,29492 | 6,930208 |
| 195 | 12-07-2002 | 54,18544 | 15,45619 | 14,67218 | 15,06419 | 6,8625 |
| 196 | 13-07-2002 | 65,16766 | 15,11802 | 14,63981 | 14,87891 | 10,17083 |
| 197 | 14-07-2002 | 60,64214 | 15,88331 | 15,0517 | 15,4675 | 8,6375 |
| 198 | 15-07-2002 | 64,37811 | 16,02698 | 15,19496 | 15,61097 | 8,966666 |
| 199 | 16-07-2002 | 71,9774 | 16,40922 | 15,50011 | 15,95467 | 11,35 |
| 200 | 17-07-2002 | 75,31366 | 16,88959 | 15,98104 | 16,43531 | 11,70833 |
| 201 | 18-07-2002 | 70,07498 | 17,41674 | 16,54754 | 16,98214 | 11,10208 |
| 202 | 19-07-2002 | 61,21478 | 17,37428 | 16,60336 | 16,98882 | 8,89375 |
| 203 | 20-07-2002 | 60,76207 | 16,14 | 15,8107 | 15,97535 | 7,66875 |
| 204 | 21-07-2002 | 58,14715 | 16,51461 | 15,63507 | 16,07484 | 10,59792 |
| 205 | 22-07-2002 | 67,39948 | 16,81578 | 15,96403 | 16,3899 | 10,41042 |
| 206 | 23-07-2002 | 65,30438 | 16,9776 | 16,13428 | 16,55594 | 10,1375 |
| 207 | 24-07-2002 | 58,03647 | 16,81409 | 16,08846 | 16,45128 | 7,333333 |
| 208 | 25-07-2002 | 57,56999 | 16,4638 | 15,71981 | 16,09181 | 7,24375 |
| 209 | 26-07-2002 | 56,80044 | 16,42634 | 15,64244 | 16,03439 | 8,4375 |
| 210 | 27-07-2002 | 56,5033 | 15,33759 | 15,01055 | 15,17407 | 6,577083 |
| 211 | 28-07-2002 | 58,67398 | 15,62999 | 14,76386 | 15,19692 | 8,772917 |
| 212 | 29-07-2002 | 62,86178 | 15,94804 | 15,08977 | 15,5189 | 10,07292 |
| 213 | 30-07-2002 | 63,00662 | 16,17629 | 15,32166 | 15,74897 | 10,16042 |
| 214 | 31-07-2002 | 61,76793 | 16,53348 | 15,65886 | 16,09617 | 10,33333 |

Planilla de datos. 2. Expansión.

| 1 | Date/Time | Relative Hum | Air Temperat | Radiant Tem | Operative Temperature | Outside Dry-f |
|-----|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 2 | | % | °C | °C | °C | °C |
| 184 | 01-07-2002 | 62,72783 | 17,93966 | 16,61472 | 17,27719 | 11,93125 |
| 185 | 02-07-2002 | 70,14037 | 18,66884 | 17,46267 | 18,06576 | 13,53333 |
| 186 | 03-07-2002 | 66,6023 | 19,29216 | 18,25698 | 18,77457 | 12,825 |
| 187 | 04-07-2002 | 50,75404 | 19,09906 | 18,24971 | 18,67439 | 7,5125 |
| 188 | 05-07-2002 | 41,95165 | 18,54072 | 17,59419 | 18,06746 | 6,535417 |
| 189 | 06-07-2002 | 56,01308 | 16,22886 | 16,13044 | 16,17965 | 7,666667 |
| 190 | 07-07-2002 | 69,33744 | 16,05757 | 15,60502 | 15,83129 | 11,18125 |
| 191 | 08-07-2002 | 58,10265 | 17,72616 | 16,51609 | 17,12112 | 9,113542 |
| 192 | 09-07-2002 | 41,4223 | 17,7462 | 16,69737 | 17,22178 | 5,884375 |
| 193 | 10-07-2002 | 37,19884 | 17,74702 | 16,67224 | 17,20963 | 7,363542 |
| 194 | 11-07-2002 | 45,15657 | 17,7819 | 16,67761 | 17,22976 | 6,930208 |
| 195 | 12-07-2002 | 46,97932 | 17,61917 | 16,4883 | 17,05373 | 6,8625 |
| 196 | 13-07-2002 | 59,14803 | 16,11636 | 15,93663 | 16,0265 | 10,17083 |
| 197 | 14-07-2002 | 56,64496 | 16,06073 | 15,73959 | 15,90016 | 8,6375 |
| 198 | 15-07-2002 | 57,43888 | 17,55912 | 16,28021 | 16,91966 | 8,966666 |
| 199 | 16-07-2002 | 63,50012 | 18,13229 | 16,92015 | 17,52622 | 11,35 |
| 200 | 17-07-2002 | 66,00629 | 18,62814 | 17,49358 | 18,06086 | 11,70833 |
| 201 | 18-07-2002 | 60,77241 | 19,11205 | 18,12082 | 18,61643 | 11,10208 |
| 202 | 19-07-2002 | 52,59689 | 19,1546 | 18,2411 | 18,69785 | 8,89375 |
| 203 | 20-07-2002 | 54,24773 | 16,97591 | 16,92698 | 16,95145 | 7,66875 |
| 204 | 21-07-2002 | 55,20399 | 16,46014 | 16,05704 | 16,25859 | 10,59792 |
| 205 | 22-07-2002 | 61,10877 | 17,95125 | 16,68984 | 17,32055 | 10,41042 |
| 206 | 23-07-2002 | 57,37636 | 18,42254 | 17,32059 | 17,87157 | 10,1375 |
| 207 | 24-07-2002 | 50,03448 | 18,5186 | 17,56019 | 18,0394 | 7,333333 |
| 208 | 25-07-2002 | 49,60187 | 18,30029 | 17,2881 | 17,7942 | 7,24375 |
| 209 | 26-07-2002 | 48,58827 | 18,35032 | 17,32428 | 17,8373 | 8,4375 |
| 210 | 27-07-2002 | 50,52285 | 16,36112 | 16,31694 | 16,33903 | 6,577083 |
| 211 | 28-07-2002 | 55,62457 | 15,86973 | 15,49035 | 15,68004 | 8,772917 |
| 212 | 29-07-2002 | 55,39854 | 17,56617 | 16,24613 | 16,90615 | 10,07292 |
| 213 | 30-07-2002 | 54,6176 | 18,02485 | 16,84694 | 17,43589 | 10,16042 |
| 214 | 31-07-2002 | 53,1623 | 18,49262 | 17,38669 | 17,93966 | 10,33333 |

Planilla de datos. 3. Aislación.

| 1 | Date/Time | Relative Hum | Air Temperat | Radiant Tem | Operative Temperature | Outside Dry-Bul |
|-----|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| 2 | | % | °C | °C | °C | °C |
| 184 | 01-07-2002 | 65,93015 | 17,56838 | 16,75214 | 17,16026 | 11,93125 |
| 185 | 02-07-2002 | 74,17218 | 18,19584 | 17,33372 | 17,76478 | 13,53333 |
| 186 | 03-07-2002 | 71,18446 | 18,83936 | 18,05245 | 18,4459 | 12,825 |
| 187 | 04-07-2002 | 55,56715 | 18,43888 | 17,89581 | 18,16735 | 7,5125 |
| 188 | 05-07-2002 | 45,77929 | 17,58565 | 17,04902 | 17,31733 | 6,535417 |
| 189 | 06-07-2002 | 59,54533 | 16,17868 | 15,85764 | 16,01816 | 7,666667 |
| 190 | 07-07-2002 | 68,30651 | 16,96647 | 16,15359 | 16,56003 | 11,18125 |
| 191 | 08-07-2002 | 61,87268 | 17,29948 | 16,63403 | 16,96676 | 9,113542 |
| 192 | 09-07-2002 | 46,07146 | 16,84537 | 16,28181 | 16,56359 | 5,884375 |
| 193 | 10-07-2002 | 41,14534 | 16,58939 | 15,9621 | 16,27574 | 7,363542 |
| 194 | 11-07-2002 | 49,79798 | 16,5062 | 15,83944 | 16,17282 | 6,930208 |
| 195 | 12-07-2002 | 51,92365 | 16,21289 | 15,54001 | 15,87645 | 6,8625 |
| 196 | 13-07-2002 | 63,114 | 15,74762 | 15,31673 | 15,53217 | 10,17083 |
| 197 | 14-07-2002 | 57,68684 | 16,65877 | 15,95234 | 16,30555 | 8,6375 |
| 198 | 15-07-2002 | 61,25491 | 16,86623 | 16,14982 | 16,50802 | 8,966666 |
| 199 | 16-07-2002 | 68,33747 | 17,27631 | 16,47964 | 16,87798 | 11,35 |
| 200 | 17-07-2002 | 71,3709 | 17,78 | 16,98474 | 17,38237 | 11,70833 |
| 201 | 18-07-2002 | 66,05069 | 18,30965 | 17,56126 | 17,93545 | 11,10208 |
| 202 | 19-07-2002 | 57,69174 | 18,23181 | 17,59304 | 17,91243 | 8,89375 |
| 203 | 20-07-2002 | 58,3551 | 16,75316 | 16,48572 | 16,61944 | 7,66875 |
| 204 | 21-07-2002 | 55,29084 | 17,27215 | 16,49186 | 16,882 | 10,59792 |
| 205 | 22-07-2002 | 64,35486 | 17,56796 | 16,82717 | 17,19756 | 10,41042 |
| 206 | 23-07-2002 | 61,75322 | 17,79687 | 17,06707 | 17,43197 | 10,1375 |
| 207 | 24-07-2002 | 54,89283 | 17,6228 | 17,03074 | 17,32677 | 7,333333 |
| 208 | 25-07-2002 | 54,66117 | 17,23578 | 16,61142 | 16,9236 | 7,24375 |
| 209 | 26-07-2002 | 53,80346 | 17,21205 | 16,54688 | 16,87946 | 8,4375 |
| 210 | 27-07-2002 | 53,84879 | 16,03182 | 15,77727 | 15,90455 | 6,577083 |
| 211 | 28-07-2002 | 55,50401 | 16,56432 | 15,81507 | 16,18969 | 8,772917 |
| 212 | 29-07-2002 | 59,41285 | 16,89189 | 16,15252 | 16,52221 | 10,07292 |
| 213 | 30-07-2002 | 59,39767 | 17,10336 | 16,36963 | 16,7365 | 10,16042 |
| 214 | 31-07-2002 | 58,20957 | 17,48497 | 16,72982 | 17,1074 | 10,33333 |

Planilla de datos. 4. Consolidado.

| 1 | Date/Time | Relative Hum | Air Temperat | Radiant Tem | Operative Temperature | Outside Dry-E |
|-----|------------|--------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| 2 | | % | °C | °C | °C | °C |
| 184 | 01-07-2002 | 61,44473 | 18,35222 | 17,27711 | 17,81467 | 11,93125 |
| 185 | 02-07-2002 | 68,54535 | 19,11214 | 18,13691 | 18,62453 | 13,53333 |
| 186 | 03-07-2002 | 65,02415 | 19,74621 | 18,93513 | 19,34068 | 12,825 |
| 187 | 04-07-2002 | 49,49255 | 19,5395 | 18,961 | 19,25025 | 7,5125 |
| 188 | 05-07-2002 | 40,87905 | 19,00476 | 18,35206 | 18,67841 | 6,535417 |
| 189 | 06-07-2002 | 54,18175 | 16,8907 | 16,80158 | 16,84614 | 7,666667 |
| 190 | 07-07-2002 | 67,32467 | 16,61277 | 16,18061 | 16,39669 | 11,18125 |
| 191 | 08-07-2002 | 56,85194 | 18,13011 | 17,18875 | 17,65943 | 9,113542 |
| 192 | 09-07-2002 | 40,56723 | 18,16663 | 17,3975 | 17,78206 | 5,884375 |
| 193 | 10-07-2002 | 36,40392 | 18,20231 | 17,40746 | 17,80488 | 7,363542 |
| 194 | 11-07-2002 | 44,22269 | 18,23463 | 17,4122 | 17,82342 | 6,930208 |
| 195 | 12-07-2002 | 45,8645 | 18,08126 | 17,22009 | 17,65068 | 6,8625 |
| 196 | 13-07-2002 | 57,66693 | 16,6988 | 16,53033 | 16,61456 | 10,17083 |
| 197 | 14-07-2002 | 55,31238 | 16,53079 | 16,23658 | 16,38368 | 8,6375 |
| 198 | 15-07-2002 | 56,35881 | 17,92819 | 16,91233 | 17,42027 | 8,966666 |
| 199 | 16-07-2002 | 62,04989 | 18,5406 | 17,57172 | 18,05616 | 11,35 |
| 200 | 17-07-2002 | 64,58186 | 19,05422 | 18,16062 | 18,60742 | 11,70833 |
| 201 | 18-07-2002 | 59,4066 | 19,5541 | 18,802 | 19,17805 | 11,10208 |
| 202 | 19-07-2002 | 51,57646 | 19,58759 | 18,9305 | 19,25905 | 8,89375 |
| 203 | 20-07-2002 | 52,87191 | 17,59058 | 17,55652 | 17,57355 | 7,66875 |
| 204 | 21-07-2002 | 53,65842 | 17,01871 | 16,63364 | 16,82617 | 10,59792 |
| 205 | 22-07-2002 | 59,99784 | 18,33787 | 17,3327 | 17,83528 | 10,41042 |
| 206 | 23-07-2002 | 56,13237 | 18,84847 | 18,00188 | 18,42518 | 10,1375 |
| 207 | 24-07-2002 | 48,93876 | 18,93496 | 18,24015 | 18,58756 | 7,333333 |
| 208 | 25-07-2002 | 48,42599 | 18,7368 | 17,99483 | 18,36581 | 7,24375 |
| 209 | 26-07-2002 | 47,33947 | 18,79738 | 18,03835 | 18,41787 | 8,4375 |
| 210 | 27-07-2002 | 48,9405 | 16,95026 | 16,92051 | 16,93539 | 6,577083 |
| 211 | 28-07-2002 | 54,08182 | 16,42058 | 16,0599 | 16,24024 | 8,772917 |
| 212 | 29-07-2002 | 54,28213 | 17,96642 | 16,92248 | 17,44445 | 10,07292 |
| 213 | 30-07-2002 | 53,51727 | 18,43343 | 17,51209 | 17,97276 | 10,16042 |
| 214 | 31-07-2002 | 51,91375 | 18,93699 | 18,09044 | 18,51371 | 10,33333 |

ANEXO 3. Registro fotográfico de la investigación.

Vista horno comunitario en fachada posterior pabellón 49.



Vista hacia área verde con juegos infantiles en mal estado de conservación.



Intervenciones espontaneas en fachada posterior y cierre del lote incorporando espacio patio inexistente originalmente.



Proyecto: Reacondicionamiento Strawball de casas con eco materiales. Edificación del 1858 ubicado en la región Flamenca. El proyecto considera coviviendas para 5 familias y centro cultural con uso de materiales ecológicos. <https://www.ecobouwers.be/opendeur/gebouw/boutersem/boutersem>



Arriba: Fachada posterior del edificio.

Abajo: revestimiento de muros de albañilería con arcilla.



Acceso al edificio en lo que será la sala principal del centro cultural.



Relleno de sobre tabiques con barro paja.



Sobre tabique interior con relleno de barro paja, como sistema de aislación.



Instalación del sistema de calefacción en zócalo del edificio.



Servicios higiénicos reacondicionado, terminaciones de arcilla y láminas de corcho en piso.



Reunión con oficina de arquitectura especialista "Cécile Mairy" en Bruselas



Reunión con oficina de arquitectura especialista "Cécile Mairy" en Bruselas.



Visita a obra en construcción diseñada por oficina de arquitectura especialista "Gwenola Vilet" en Bruselas. <http://www.gwenolavilet.b>



Fachada principal proyecto de rehabilitación oficina especialista en rehabilitación "Gwenola Vilet".



Intervención en fachada posterior con reposición de parte del muro albañilería.



Disminución de altura interior para habilitación de dormitorios.



Reposición de ventanas con alta eficiencia en techumbre.



Reposición de estructura dañada en techumbre.



Reposición de parte del muro de albañilería original.