



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**Diagnóstico y propuesta de mejora de la envolvente
térmica junto a una alternativa de climatización para el
pub-restaurant “El rincón del abuelo” ubicado en la
localidad rural de Talcamávida**

MATIAS SALDIAS CANDIA

2025

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION

Diagnóstico y propuesta de mejora de la envolvente térmica junto a una alternativa de climatización para el pub-restaurant “El rincón del abuelo” ubicado en la localidad rural de Talcamávida.

TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CONSTRUCTOR

Alumno: Matias Saldias Candia.

Profesor guía: Sr. Carlos Obando.

2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo:

Diagnostico y propuesta de mejora de la envolvente térmica junto a una alternativa de climatización

Para el pub-restaurant "El rincón del Abuelo" ubicado en la localidad rural de Talcamavida. _____

Nombre del candidato(a): Matias saldias

Carrera / Grado: Ingeniería en construcción

Campus: __Concepción__ Departamento: Construcción y prevención de riesgos.

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, _____ Carlos Obando Aguilar _____, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

X ☐ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 13-03-2026 Firma: _____

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 13-03-2026 Firma: _____

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	2
1. PLANTEAMIENTO	3
1.1 Antecedentes generales del restaurante	3
1.2 Contexto territorial de talcamavida	15
1.3 Importancia del confort térmico en restaurantes.....	15
1.4 Problemática y Importancia del proyecto.....	17
PROBLEMÁTICA	17
1.5 Justificación técnica y operativa.....	22
1.6 Objetivo general	23
1.7 Objetivos específicos.....	23
CAPÍTULO 2: ESTADO ACTUAL DEL RESTAURANTE	24
2. Caracterización arquitectónica	25
2.1 Plano CAD del restaurante	25
2.2 Modelo tridimensional (3D) del restaurante	26
2.3 Áreas y volúmenes por sector	28
2.4 Revestimientos interiores por sector	29
2.5. Revestimiento exterior del restaurante	30
3. Marco teórico.....	33
3.1 Confort térmico: definición y parámetros	33
3.2 Climatización pasiva vs activa	34
3.3 Parámetros térmicos relevantes	35
3.4 Tipos de Equipos de climatización	37
3.5 Instrumentación utilizada	38
3.6 Envolvente térmica	42
3.7 Transmitancia térmica (valor U).....	42
4.Marco Normativo.....	42
4.1Normas de ventilación y calidad de aire interior	42

4.2 Manual de evaluación de confort térmico (ASHRAE 55).....	45
4.3 Guía de eficiencia energética en edificios de uso público	45
4.4 NCH 789 Aislación térmica en edificaciones	46
4.5 NCH 853.....	47
4.6 Guía técnica de apoyo N°7 del MOP	47
4.7 Ordenanza general de urbanismo y construcciones (OGUC).....	47
4.8 Listado oficial de soluciones constructivas para acondicionamiento térmico.....	48
(ED12/2024)	48
5. DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS.....	50
5.1 Diagnóstico inicial.....	50
5.2 Mediciones instrumentales por cada sector	56
5.3 Análisis de problemas de confort.....	60
5.4 identificación de zonas críticas.....	60
5.5 Transmitancia térmica actual de muros.....	61
5.6 Necesidades térmicas por sector	63
5.7 Propuesta de soluciones constructivas	66
5.8 propuestas de soluciones suplementaria.....	70
CAPÍTULO 4: PRESUPUESTOS.	79
6. PRESUPUESTOS	80
6.2 presupuesto de mejora a la envolvente térmica según la solución adoptada (Minvu ED/12)82	
7. Conclusiones.....	93
7.2 ANEXOS	96

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación geográfica del proyecto.....	3
Ilustración 2: Ubicación específica del restaurante “El rincón del abuelo”	4
Ilustración 3: Frente del restaurante “El rincón del abuelo”	5
Ilustración 4: Comedor número 3, Restaurante "El rincón del abuelo"	6
Ilustración 5: Comedor número 1, restaurante "El rincón del abuelo"	6
Ilustración 6: Comedor número 3, restaurante "el rincón del abuelo"	7
Ilustración 7: Bar restaurante "el rincón del abuelo"	7
Ilustración 8: Cocina restaurante "El rincón del abuelo"	8
Ilustración 9: Baño damas clientes.....	9
Ilustración 10: Baño varones clientes	9
Ilustración 11: Baño personal del recinto	10
Ilustración 12: Comedor para personal del recinto	10
Ilustración 13: Sector lavandería del restaurante	11
Ilustración 14: Oficina administrativa utilizada por el administrador del local	11
Ilustración 15: Escenario para eventos nocturnos restaurante	12
Ilustración 16: Plaza de armas talcamavida, frente al restaurante "el rincón del abuelo".....	13
Ilustración 17: Vista panorámica aérea de la localidad de talcamavida.	15
Ilustración 18: Medición de temperatura y humedad relativa exterior en talcamavida, evidenciando condiciones elevadas	17
Ilustración 19: Medición de temperatura y humedad relativa en el comedor número 3 del recinto, donde evidencia graves problemas de confort térmicos.....	18
Ilustración 20: Medición de temperatura y humedad relativa en sector cocina del restaurante, evidenciando mediciones muy por sobre el rango permitido.	19
Ilustración 21: Medición de temperatura y humedad relativa en el comedor número 2 del recinto, evidenciando 32°C de temperatura interior el cual está muy por sobre los rangos establecidos....	20
Ilustración 22: Planta arquitectónica del restaurante “el rincón del abuelo”, mostrando la distribución espacial de los recintos en su estado actual.	25
Ilustración 23: Modelo tridimensional 3d, frente del restaurante "el rincón del abuelo"	26
Ilustración 24: Modelo tridimensional 3d del frente del restaurante "el rincón del abuelo"	26
Ilustración 25: Modelo tridimensional 3d, vista planta del restaurante "el rincón del abuelo"	27
Ilustración 26: Esta tabla presenta el cálculo de las superficies, alturas y volúmenes de los distintos recintos que conforman el restaurante, a partir del levantamiento arquitectónico del restaurante el cual permiten determinar las dimensiones espaciales de cada sector.....	28
Ilustración 27: Tipología de revestimientos interiores, de muros, de cielos, de pisos del restaurante 2el rincón del abuelo”	29
Ilustración 28: Tipología de aislación interior del restaurante en cada sector, junto a su materialidad de ventanas y puertas si es que contempla.....	29

Ilustración 29: Vista exterior actual de revestimientos del restaurante “el rincón del abuelo”, Varela sin número esquina Benavente.	30
Ilustración 30: vista exterior de revestimientos costado del restaurante	31
Ilustración 31: Equipo de climatización piso cielo.	38
Ilustración 32: Instrumento que mide la velocidad del aire del recinto y del exterior.....	39
Ilustración 33: Instrumento que mide temperaturas y humedades interiores y exteriores del restaurante.....	40
Ilustración 34: Instrumento que mide la intensidad de la luz en lux.	41
Ilustración 35: Tabla que evidencia las mediciones de humedad relativa y temperatura exteriores e interiores del restaurante mediante el instrumento llamado termohigrómetro, registrando sus máximas en un periodo que va desde el 14 de noviembre hasta el sábado 22 nov.	50
Ilustración 36: Graficos de curvatura y de barra en un periodo del 14 al 21 de nov. que evidencia temperatura por sobre los rangos permitidos de confort térmico.	51
Ilustración 37: GRAFICOS DE CURVATURA Y DE BARRA EN UN PERIODO DEL 14 AL 21 DE NOV. QUE EVIDENCIA HUMEDADES QUE NO CUMPLEN CON LOS RANGOS OPTIMOS.....	52
Ilustración 38: gráficos de comparación de temperaturas en épocas de inviernos versus temperaturas en verano en talcamavida, registrando las máximas y las mínimas en cada mes.	54
Ilustración 39: Mediciones instrumentales mediante anemómetro, termohigrómetro y luxómetro, evidenciando la situación de cada sector.	56
Ilustración 40: Medición de temperatura interior y humedad relativa en sector cocina.....	57
Ilustración 41: temperatura interior comedor clientes "terrazza 3" y humedad relativa muy por sobre rangos óptimos mediante termohigrómetro.	58
Ilustración 42: medición de intensidad de luz en lux en sectores del restaurante como cocina, comedor y oficina.....	59
Ilustración 43: medición de velocidad de aire mediante anemómetro en sector comedores, cocina, bar del restaurante evidenciando un ambiente sofocante ya que no circula aire.	59
Ilustración 44: sectores críticos donde el administrador del restaurante desea intervenir, comedores clientes.	60
Ilustración 45: Calculo de transmitancia térmica actual del restaurante en comedores 1-2-3 de clientes donde no cuenta con ningún tipo de aislación perimetral.....	62
Ilustración 47: Ficha técnica tipo piso cielo	71
Ilustración 48: Ficha técnica a/c tipo ducto equipo de climatización.....	71
Ilustración 49: equipo de climatización adoptado.....	72
Ilustración 50: Marca adoptada para proyecto.....	74
Ilustración 51: ILUSTRACIÓN 48: ZONAS CRITICAS DONDE SE DESEA INTERVENIR.....	75
Ilustración 52: LEVANTAMIENTO DE ÁREAS DE CADA SECTOR DEL RESTAURANTE PARA IDENTIFICAR QUÉ TIPO DE EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN ES EL MÁS OPTIMO	76
Ilustración 53: tabla de las 3 zonas críticas que se desea intervenir, definiendo sus áreas y sus características principales para determinar con más claridad que equipo de climatización tipo piso cielo es el más adecuado para el mismo.....	77
Ilustración 54: designación de equipo de cassette tipo piso cielo con diferentes potencias dependiendo la necesidad que requiere cada sector.	78
Ilustración 55: Kit de instalación incluida.....	78

Ilustración 56: Presupuesto equipo de CLIMATIZACIÓN ADOPTADO, propuesta de solución complementaria al cambio de revestimiento interior de comedores para clientes del restaurante “el rincón del abuelo”.	80
Ilustración 57: Valor de mantenimiento anual por los 3 equipos de climatización.....	81
Ilustración 58: Presupuesto de mejora a la envolvente termica.	82
Ilustración 59: datos base cálculos.....	83
Ilustración 60: APU (protección y preparación del área)	84
Ilustración 61: APU retiro revestimiento interior existente.....	85
Ilustración 62: APU(Retiro + transporte + pago botadero (1 maestro + 2 ayudantes)).....	86
Ilustración 63: APU Refuerzo estructura existente (madera 2x3).....	87
Ilustración 64: APU(Colocación aislación térmica 50 mm)	88
Ilustración 65: APU(6-Colocación revestimiento nuevo yeso-cartón 12,5 mm)	89
Ilustración 66: APU(7-Tratamiento juntas: huincha + masilla + lijado).....	90
Ilustración 67: APU(8-Pintura interior (sellador + 2 manos)).....	91
Ilustración 68: APU (Limpieza final y entrega)	92

INTRODUCCIÓN

El restaurante El Rincón del Abuelo, ubicado en la localidad rural de Talcamávida, es un punto de encuentro habitual para vecinos, familias y visitantes. Su construcción tradicional y su envolvente térmica limitada reflejan el carácter propio de la zona, pero también generan desafíos importantes en materia de confort interior. Talcamávida se caracteriza por presentar veranos extremadamente calurosos, y estas condiciones se intensifican dentro del restaurante, donde el calor se acumula con facilidad y afecta directamente a los clientes y al personal que trabaja en el lugar.

El confort térmico es un aspecto fundamental en establecimientos gastronómicos, ya que influye de manera directa en la satisfacción del cliente, en el tiempo de permanencia, en la calidad de la experiencia y en el rendimiento del personal. Restaurantes que no logran mantener condiciones ambientales adecuadas suelen enfrentar incomodidad, sensación de pesadez o encierro, e incluso la disminución del flujo de visitantes en temporadas climáticas desfavorables. En el caso de El Rincón del Abuelo, estas situaciones se acentúan tanto en verano, debido a las altas temperaturas propias de Talcamávida, como en invierno, cuando el frío interior se percibe con mayor intensidad debido a la falta de aislación y a la ausencia de un sistema de climatización moderno.

Este escenario evidencia la necesidad de mejorar las condiciones térmicas del restaurante para garantizar un ambiente confortable durante todo el año. El presente proyecto de título se desarrolla precisamente con ese propósito: abordar una problemática real que afecta la experiencia de los usuarios y el desempeño operativo del establecimiento, y avanzar hacia una propuesta de climatización eficiente que permita transformar el restaurante El Rincón del Abuelo en un espacio más agradable, funcional y acorde a las exigencias actuales.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1. PLANTEAMIENTO

1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL RESTAURANTE

El restaurante El Rincón del Abuelo es un emprendimiento familiar con más de tres décadas de trayectoria en la localidad de Talcamávida, comuna de Hualqui. Inició sus actividades en el año 1987 como un pequeño pub–restaurante que contaba únicamente con una pista de comedor destinada a la atención de los primeros clientes del sector. Con el paso del tiempo, y debido al creciente éxito del negocio, el establecimiento fue ampliando su infraestructura para responder a una mayor demanda y diversificar sus servicios



ILUSTRACIÓN 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO



ILUSTRACIÓN 2: UBICACIÓN ESPECÍFICA DEL RESTAURANTE “EL RINCÓN DEL ABUELO”



ILUSTRACIÓN 3: FRENTE DEL RESTAURANTE “EL RINCÓN DEL ABUELO”

Actualmente, el restaurante posee tres zonas de comedor para clientes, diseñadas para atender distintos aforos y estilos de atención.



ILUSTRACIÓN 4: COMEDOR NÚMERO 3, RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"



ILUSTRACIÓN 5: COMEDOR NÚMERO 1, RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"



ILUSTRACIÓN 6: COMEDOR NÚMERO 3, RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL



ILUSTRACIÓN 7: BAR RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"

Además, cuenta con una cocina amplia, equipada para la preparación simultánea de platos tradicionales y eventos especiales



ILUSTRACIÓN 8: COCINA RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"

Con un baño de damas y otro de varones para público general.



ILUSTRACIÓN 9: BAÑO DAMAS CLIENTES



ILUSTRACIÓN 10: BAÑO VARONES CLIENTES

El recinto también considera instalaciones exclusivas para el personal, entre ellas un baño privado, un comedor para trabajadores, una lavandería interna



ILUSTRACIÓN 11: BAÑO PERSONAL DEL RECINTO



ILUSTRACIÓN 12: COMEDOR PARA PERSONAL DEL RECINTO



ILUSTRACIÓN 13: SECTOR LAVANDERÍA DEL RESTAURANTE
y una oficina administrativa utilizada por el administrador del local.

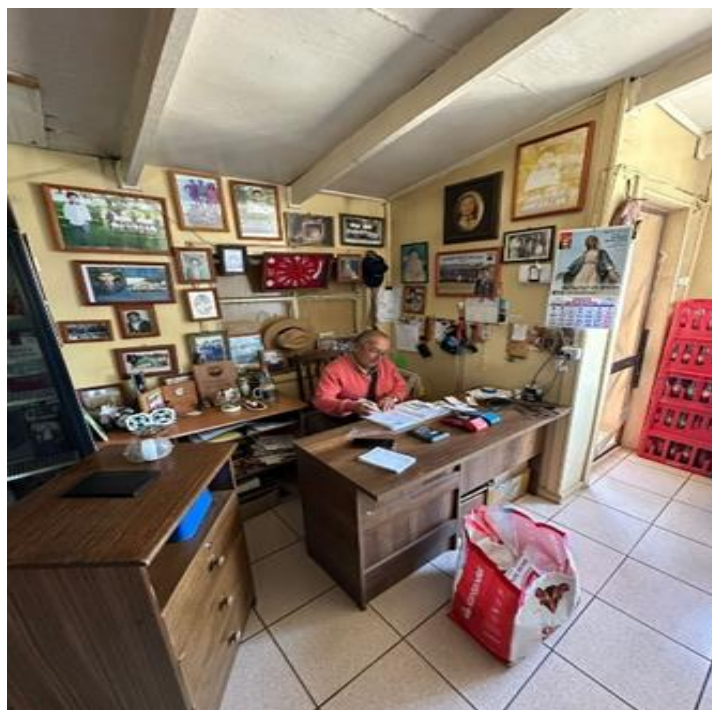


ILUSTRACIÓN 14: OFICINA ADMINISTRATIVA UTILIZADA POR EL ADMINISTRADOR DEL LOCAL

El restaurante incluye un sector de insumos y almacenamiento, un espacio acondicionado para fumadores, y un escenario destinado a presentaciones en vivo. Este último se ha convertido en un sello distintivo del local, ya que a lo largo de los años ha recibido a artistas reconocidos, comediantes, dobles de cantantes y diversos espectáculos que fortalecen su identidad cultural y su rol como punto de encuentro social de la comunidad.

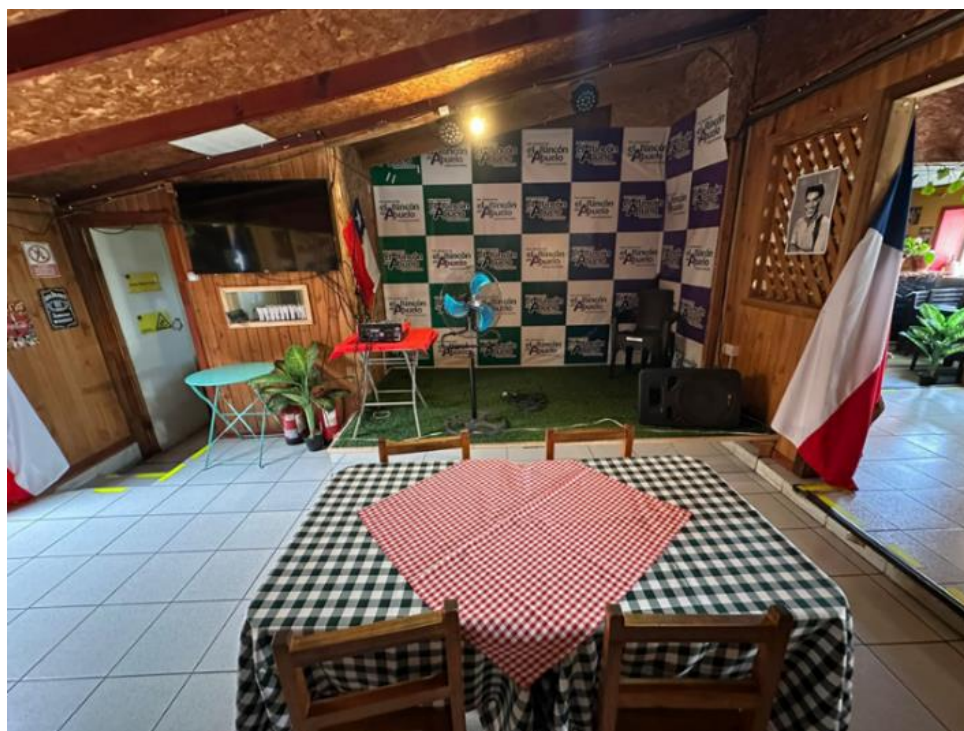


ILUSTRACIÓN 15: ESCENARIO PARA EVENTOS NOCTURNOS RESTAURANTE

El Rincón del Abuelo se ubica en el corazón de Talcamávida, frente a la Plaza de Armas, rodeado de hitos relevantes como la Escuela Carlos Fernández Castillo, la Iglesia Católica, el estadio de fútbol, y a sólo unas cuadras de la estación del tradicional Tren Corto Laja. La localidad posee una población aproximada de 3.000 habitantes, en un entorno caracterizado por cerros, vegetación nativa y cercanía al río Biobío. Este contexto geográfico entrega un ambiente rural distintivo, pero también implica condiciones térmicas extremas, especialmente durante el verano, cuando Talcamávida es conocida por registrar temperaturas particularmente elevadas que impactan de manera directa en los espacios interiores del restaurante.



ILUSTRACIÓN 16: PLAZA DE ARMAS TALCAMAVIDA, FRENTE AL RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"

La construcción del establecimiento presenta una volumetría aproximada de 16,3 metros de frente por 20 metros de largo, configurando un edificio amplio, con ampliaciones sucesivas a lo largo de los años. Esta evolución, aunque ha permitido aumentar la capacidad y mejorar la oferta, también ha generado heterogeneidades en la materialidad y en la eficiencia térmica de la edificación. Sumado a la ausencia de un sistema de climatización moderno, esto ha derivado en una problemática significativa: la dificultad para mantener condiciones térmicas adecuadas tanto en invierno como en verano.

Actualmente, el administrador del restaurante se encuentra evaluando alternativas para modernizar la climatización del recinto, con el fin de asegurar mejores condiciones ambientales para clientes y trabajadores, y así continuar fortaleciendo la calidad del servicio que ha caracterizado al local desde sus inicios familiares en 1987.

1.2 CONTEXTO TERRITORIAL DE TALCAMAVIDA

Talcamávida es una localidad rural perteneciente a la comuna de Hualqui, ubicada a unos 45 kilómetros al sureste de la ciudad de Concepción. Se caracteriza por su identidad patrimonial y cultural, destacando su antiguo ferrocarril, la Laguna Rayencura, y su entorno natural conformado por bosques, cerros y el río Biobío. La economía local se sustenta principalmente en actividades de turismo, gastronomía, comercio menor y servicios



ILUSTRACIÓN 17: VISTA PANORÁMICA AÉREA DE LA LOCALIDAD DE TALCAMAVIDA.

1.3 IMPORTANCIA DEL CONFORT TÉRMICO EN RESTAURANTES

El confort térmico es un factor determinante en la operación y calidad de servicio de un restaurante, ya que influye directamente en la percepción del cliente, la experiencia de consumo y el desempeño del personal. Un ambiente térmicamente adecuado permite que los usuarios se sientan cómodos desde el primer momento, lo que aumenta su permanencia, disposición a consumir y probabilidad de retorno. Por el contrario, temperaturas demasiado altas o bajas generan incomodidad, reducen la satisfacción y afectan negativamente la evaluación del establecimiento, incluso cuando la calidad de la comida y la atención son adecuadas.

En restaurantes ubicados en zonas de clima extremo, como Talcamávida, donde las temperaturas pueden ser particularmente elevadas en verano y notoriamente frías en invierno, la importancia del confort térmico se intensifica. La acumulación de calor en espacios cerrados, la falta de ventilación adecuada o la pérdida rápida de temperatura

pueden provocar sensaciones de agobio, frío, pesadez ambiental o encierro, afectando directamente la experiencia de los clientes. En el caso del restaurante El Rincón del Abuelo, estas condiciones se hacen evidentes en temporadas de alta demanda, donde el calor interior o el frío en invierno dificultan mantener una temperatura agradable en todas las zonas del recinto.

Además, el confort térmico es fundamental para asegurar un buen desempeño del personal de trabajo. Temperaturas inadecuadas pueden afectar la concentración, la productividad y el bienestar físico de quienes desempeñan labores en cocina, comedor y áreas de servicio. Un ambiente térmico confortable contribuye a un entorno laboral más seguro, eficiente y saludable.

Por estas razones, contar con un sistema de climatización eficiente no solo mejora la experiencia del cliente, sino que también fortalece la operatividad interna del restaurante, optimiza el uso de la energía y asegura condiciones de habitabilidad acordes a las exigencias actuales. En establecimientos como El Rincón del Abuelo, avanzar hacia soluciones modernas de climatización se vuelve un componente esencial para mantener la calidad del servicio y responder adecuadamente al clima característico de Talcamávida.

1.4 PROBLEMÁTICA Y IMPORTANCIA DEL PROYECTO

PROBLEMÁTICA

El restaurante El Rincón del Abuelo enfrenta una problemática térmica crítica debido a las condiciones climáticas extremas de Talcamávida, una localidad reconocida por experimentar veranos intensamente calurosos, con temperaturas que pueden alcanzar e incluso superar los 36 °C.



ILUSTRACIÓN 18: MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR EN TALCAMAVIDA, EVIDENCIANDO CONDICIONES ELEVADAS

Estas condiciones exteriores se transfieren con facilidad al interior del establecimiento, donde la acumulación de calor provoca temperaturas que sobrepasan los 30 °C, generando un ambiente sofocante, denso y poco apto para el confort de clientes y trabajadores.



ILUSTRACIÓN 19: MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL COMEDOR NÚMERO 3 DEL RECINTO, DONDE EVIDENCIA GRAVES PROBLEMAS DE CONFORT TÉRMICOS



ILUSTRACIÓN 20: MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN SECTOR COCINA DEL RESTAURANTE, EVIDENCIANDO MEDICIONES MUY POR SOBRE EL RANGO PERMITIDO.



ILUSTRACIÓN 21: MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN EL COMEDOR NÚMERO 2 DEL RECINTO, EVIDENCIANDO 32°C DE TEMPERATURA INTERIOR EL CUAL ESTÁ MUY POR SOBRE LOS RANGOS ESTABLECIDOS.

La edificación, construida de manera tradicional y ampliada progresivamente a lo largo de décadas, presenta materialidades heterogéneas, aislaciones insuficientes y una envolvente térmica con bajo desempeño frente al calor y al frío. Esto provoca que los comedores, la cocina y los sectores de atención se vean fuertemente afectados por la radiación solar, la acumulación térmica y la falta de ventilación controlada. En temporada estival, el calor interior se vuelve evidente desde las primeras horas del día y se intensifica durante los periodos de mayor afluencia, afectando tanto la percepción térmica como la calidad del aire. En invierno ocurre lo contrario: el frío ingresa con facilidad, dificultando mantener una temperatura mínima confortable.

Estas condiciones generan problemas de confort térmico severo, disminuyen la satisfacción del cliente, acortan los tiempos de permanencia, afectan la apreciación del servicio y repercuten negativamente en la productividad del personal. La incomodidad persistente no solo compromete la experiencia gastronómica, sino que también representa un riesgo operativo al alterar el desempeño del equipo de trabajo en jornadas prolongadas bajo condiciones ambientales inadecuadas.

Importancia del proyecto

Frente a este escenario, se vuelve indispensable desarrollar una propuesta de climatización eficiente que permita estabilizar las condiciones térmicas del restaurante durante todo el año. Un sistema adecuado no solo corrige el inconfort actual, sino que profesionaliza la operación del establecimiento, mejora la habitabilidad, protege la salud del personal y eleva la calidad del servicio entregado a los clientes.

Además, implementar una solución de climatización moderna y de bajo consumo energético contribuiría a:

- 1-Reducir el impacto del calor extremo, especialmente en los meses donde Talcamávida alcanza temperaturas superiores a 36 °C.
- 2-Disminuir la acumulación térmica interior, manteniendo los comedores por debajo de los rangos críticos de 30 °C o más.
- 3-Optimizar el ambiente laboral, mejorando la eficiencia, comodidad y seguridad del personal.
- 4-Fortalecer la imagen del restaurante, posicionándolo como un espacio confortable y profesional dentro de la oferta gastronómica local.
- 5-Dar continuidad operativa incluso en días de clima adverso, donde la demanda aumenta, pero las condiciones térmicas actuales limitan la experiencia.

1.5 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA

Desde una perspectiva técnica, el restaurante El Rincón del Abuelo presenta una estructura que ha sido ampliada y modificada en distintas etapas desde 1987, lo que ha generado materialidades diversas, aislaciones irregulares y una envolvente térmica con bajo desempeño. Estas condiciones estructurales dificultan la mantención de temperaturas estables y amplifican los efectos del clima exterior, especialmente en Talcamávida.

La falta de aislación adecuada, la existencia de ampliaciones sucesivas sin criterios térmicos unificados y la ausencia de un sistema de climatización moderno provocan pérdidas y ganancias térmicas no controladas, variaciones de temperatura entre sectores, aumento de la humedad interior y escasa circulación de aire. Estas condiciones impiden lograr un ambiente confortable tanto para los usuarios como para quienes trabajan en el recinto, afectando directamente la operación diaria del restaurante.

Desde un enfoque operativo, estas deficiencias térmicas generan una serie de impactos relevantes:

1-Disminución del confort de los clientes, quienes experimentan calor excesivo, ambiente pesado o frío incómodo según la estación.

2-Reducción del tiempo de permanencia, lo que afecta de manera directa el consumo y la rotación de mesas.

3-Afectación al rendimiento del personal, especialmente en cocina, donde las altas temperaturas dificultan el trabajo continuo.

4-Deterioro de la experiencia gastronómica, dado que el ambiente térmico es un componente clave en la percepción del servicio.

5-Limitación de la capacidad operativa del local, especialmente en días de temperaturas extremas.

Estas condiciones evidencian la necesidad de implementar un sistema de climatización eficiente que responda técnicamente a las características de la edificación y que permita mejorar el ambiente interior en todas las temporadas del año. Una solución moderna no solo estabilizará la temperatura interior, sino que también optimizará la operación del restaurante, aumentará la satisfacción de los clientes y asegurará un funcionamiento más confortable y profesional para el personal.

1.6 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar y Proponer mejoras a la envolvente térmica y una solución de climatización para mejorar las condiciones de confort térmico en el restaurante El Rincón del Abuelo.

1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1- “Evaluar las condiciones actuales del confort térmico del restaurante mediante mediciones de temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y diagnosticar el estado actual de la envolvente térmica del restaurante identificando zonas críticas.”

2-Realizar una propuesta de mejora a la envolvente térmica y Evaluar alternativas de climatización, utilizando equipamientos de alta eficiencia.

3-Evaluar económicamente la propuesta de mejora a la envolvente y la alternativa de climatización elegida y su correspondiente instalación

CAPÍTULO 2: ESTADO ACTUAL DEL RESTAURANTE

2. CARACTERIZACIÓN ARQUITECTÓNICA

2.1 PLANO CAD DEL RESTAURANTE



ILUSTRACIÓN 22: PLANTA ARQUITECTÓNICA DEL RESTAURANTE “EL RINCÓN DEL ABUELO”, MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS RECINTOS EN SU ESTADO ACTUAL.

2.2 MODELO TRIDIMENSIONAL (3D) DEL RESTAURANTE



ILUSTRACIÓN 23: MODELO TRIDIMENSIONAL 3D, FRENTE DEL RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"



ILUSTRACIÓN 24: MODELO TRIDIMENSIONAL 3D DEL FRENTE DEL RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"



ILUSTRACIÓN 25: MODELO TRIDIMENSIONAL 3D, VISTA PLANTA DEL RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO"

2.3 ÁREAS Y VOLÚMENES POR SECTOR

SECTOR	AREA (m2)	ALTURA(m)	VOLUMEN(m3)
Bar	13,86	2,2	30,49
Comedor 1	35,06	3,2	112,19
Comedor 2	50,15	2,6	130,39
Comedor 3	60,51	2,2	133,122
Escenario	6,93	2,3	15,94
Baño damas	2,32	2,2	5,14
Insumos	30,69	2,6	79,79
Oficina	2,75	2,4	6,6
Cocina	21,3	2,3	48,99
Comedor personal	17,7	2,2	38,94
Lavandería	3,19	2,2	7,018
área fumadores	27,13	2,3	62,4
Baño personal	4,40	2,2	9,68
Baño varones	6,61	2,2	14,54

ILUSTRACIÓN 26: ESTA TABLA PRESENTA EL CÁLCULO DE LAS SUPERFICIES, ALTURAS Y VOLÚMENES DE LOS DISTINTOS RECINTOS QUE CONFORMAN EL RESTAURANTE, A PARTIR DEL LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO DEL RESTAURANTE EL CUAL PERMITEN DETERMINAR LAS DIMENSIONES ESPACIALES DE CADA SECTOR.

2.4 REVESTIMIENTOS INTERIORES POR SECTOR

	<u>SECTOR</u>	<u>REVESTIMIENTO MUROS</u>	<u>REVESTIMIENTO CIELOS</u>	<u>REVESTIMIENTO PISO</u>
1-	BAR	TERCIADO RANURADO 9mm	TERCIADO RANURADO 9mm	CERAMICOS
2-	OFICINA	FIBROCEMENTO 5 mm	FIBROCEMENTO 5 mm Y VIGA A LA VISTA	CERAMICOS
3-	COMEDOR 1	TABLAS CALIFORNIA	OSB CON VIGA A LA VISTA	CERAMICOS
4-	COMEDOR 2	TABLAS CALIFORNIA	OSB CON VIGA A LA VISTA	CERAMICOS
5-	COMEDOR 3	OSB Y PASTO ARTIFICIAL (ADORNOS)	TABLA CALIFORNIA CON VIGA A LA VISTA	CERAMICO
6-	INSUMOS	FIBROCEMENTO 5 mm	FIBROCEMENTO 5mm CON VIGA A LA VISTA	CERAMICO
7-	BAÑO PERSONAL	FIBROCEMENTO 5 mm	TABLAS CALIFORNIAS	CERAMICOS
8-	BAÑO DAMAS	CERAMICOS	FIBROCEMENTO 4 mm	CERAMICOS
9-	AREA FUMADORES	OSB , TABLAS CEP 1X6 Y POLICARBONATO	PLANCHAS TRANSPARENTES Y ZINC ACANALADO CON PERFILES DE 40 MM A LA VISTA	RADIER DE CEMENTO
10-	BAÑO HOMBRES	CERAMICO	FIBROCEMENTO 4 mm	CERAMICOS
11-	COMEDOR PERSONAL	TERCIADO RANURADO 9 mm	TERCIADO ESTRUCTURAL 9 MM CON VIGA A LA VISTA	CERAMICOS
12-	LAVANDERIA	CERAMICOS	FIBROCEMENTOS 4 mm	CERAMICOS
13-	ESCENARIO	OSB	OSB CON VIGA A LA VISTA	TERCIADO ESTRUCTURAL REVESTIDO CON PASTO SINTETICO
14-	COCINA	CERAMICO Y FIBROCEMENTO 5 mm	OSB CON VIGA A LA VISTA	CERAMICO

ILUSTRACIÓN 27: TIPOLOGÍA DE REVESTIMIENTOS INTERIORES, DE MUROS, DE CIELOS, DE PISOS DEL RESTAURANTE 2EL RINCÓN DEL ABUELO”

<u>TABICQUERIA</u>	<u>ASLACION</u>	<u>VENTANAS (MATERIALIDAD/TIPO)</u>	<u>PUERTAS (MATERIALIDAD/TIPO)</u>
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 MM (PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	NO TIENE
MADERA 2X3	ASILAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	NO TIENE
MADERA 2X3	ASILAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	PUERTA MADERA CON VIDRIO
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	NO TIENE	NO TIENE
MADERA 2X3	SIN AISLACION	ALUMINIO LINEA 25	NO TIENE
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	NO TIENE
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	SIN VENTANA	TERCIADO
MADERA 2X3	SIN AISLACION	VENTANA DE ALUMINIO	TERCIADO
MADERA 2X3	SIN AISLACION	NO TIENE	P. CORREDERA DE POLICARBONATO ALVEOLAR
MADERA 2X3	SIN AISLACION	ALUMINIO LINEA 25	TERCIADO
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	PUERTA DE PINO OREGON
MADERA 2X3	SIN AISLACION	SIN VENTANA	PUERTA DE TERCADO
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	SIN VENTANA	NO TIENE
MADERA 2X3	AISLAPOL 50 mm(PERIMETRAL)	ALUMINIO LINEA 25	TERCIADO

ILUSTRACIÓN 28: TIPOLOGÍA DE AISLACIÓN INTERIOR DEL RESTAURANTE EN CADA SECTOR, JUNTO A SU MATERIALIDAD DE VENTANAS Y PUERTAS SI ES QUE CONTEMPLA.

La materialidad interior del restaurante responde a criterios funcionales, de mantención y estética rústica. La combinación de madera, fibrocemento, OSB

y cerámicos ofrece resistencia y facilidad de limpieza, aunque la falta de aislación en varios sectores y carpinterías sin control solar contribuyen al inconfort térmico y a la variación abrupta de temperatura, factores detectados en las mediciones del diagnóstico.

2.5. REVESTIMIENTO EXTERIOR DEL RESTAURANTE



ILUSTRACIÓN 29: VISTA EXTERIOR ACTUAL DE REVESTIMIENTOS DEL RESTAURANTE “EL RINCÓN DEL ABUELO”, VARELA SIN NÚMERO ESQUINA BENAVENTE.



ILUSTRACIÓN 30: VISTA EXTERIOR DE REVESTIMIENTOS COSTADO DEL RESTAURANTE

El restaurante El Rincón del Abuelo presenta una envolvente exterior uniforme, construida con materiales típicos de arquitectura rural-comercial, priorizando durabilidad, fácil mantenimiento y coherencia estética.

La mayor parte de la fachada está revestida con siding, material liviano y resistente a la intemperie. Este siding se encuentra pintado en color café, lo que otorga calidez visual y un acabado armónico con el entorno de Talcamávida. El diseño se mantiene constante en todo el perímetro, lo que refuerza una identidad arquitectónica continua.

En el zócalo y parte inferior de los muros, se observa un revestimiento de piedra laja, que cumple funciones tanto decorativas como de protección frente a golpes, humedad superficial y desgaste por tránsito peatonal. Este contraste entre siding y piedra aporta volumen y textura a la fachada.

Las ventanas son de aluminio, incorporando vidrio simple y marcos de color oscuro, lo que mejora la resistencia a la humedad y garantiza bajo mantenimiento en condiciones climáticas variables.

En la parte alta del volumen frontal, el edificio cuenta con un frontón revestido también en siding, manteniendo una línea estética homogénea. Este frontón soporta la estructura del letrero comercial, visible en la fotografía, el cual está instalado sobre el borde superior de la techumbre.

La cubierta corresponde a una techumbre de zinc acanalado, utilizada por su bajo costo, buena durabilidad y rápida evacuación de aguas lluvia. Este tipo de cubierta es común en edificaciones rurales y semiurbanas debido a su eficiencia y resistencia en climas cálidos como Talcamávida.

Hacia el sector frontal exterior se aprecia la instalación de sombrillas y estructura metálica ligera, destinadas a la ampliación temporal de la zona de atención en exteriores. Estos elementos no modifican la envolvente, pero complementan el funcionamiento del local.

En conjunto, todo el restaurante mantiene un mismo lenguaje constructivo y visual, combinando siding, piedra laja, aluminio y zinc acanalado como materiales predominantes, logrando una fachada resistente, fácil de mantener y alineada con la identidad del sector.

3. MARCO TEÓRICO.

3.1 CONFORT TÉRMICO: DEFINICIÓN Y PARÁMETROS

El confort térmico es la condición en la que una persona no siente ni frío ni calor, es decir, cuando su cuerpo está en equilibrio térmico con el ambiente. Técnicamente, corresponde al estado de satisfacción térmica del ser humano dentro de un espacio, donde la temperatura, la humedad, la velocidad del aire y la radiación no generan sensación de incomodidad.

Parámetros que determinan el confort térmico

(Normativa base: NCh 1079, NCh 4/2003, ASHRAE 55 e ISO 7730)

Pero en este proyecto nos regiremos por la norma chilena del MOP y la nch853

1. Temperatura del aire

- Rango óptimo: 18°C – 22°C

2. Humedad relativa (HR)

- Rango recomendado: 40% – 70%
- problemas de confort cuando:
- Más de 80% → ambiente “pegajoso”, aumenta sensación térmica.
- Menos de 30% → resequedad, irritación y mayor sensación de frío

3. Velocidad del aire (M/S)

- Rango óptimo: 0,10 – 0,30 m/s
- Inconfort cuando:
- Más de 0,4 m/s → sensación de corriente molesta.
- Menos de 0,1 m/s con temperaturas altas → aire “estancado”, aumenta sensación de calor.

3.2 CLIMATIZACIÓN PASIVA VS ACTIVA

1. Climatización Pasiva

La climatización pasiva corresponde a todas las estrategias que no requieren consumo de energía mecánica o eléctrica para mejorar el confort térmico.

Funcionan aprovechando las propiedades del diseño, la orientación, los materiales y la ventilación natural.

Ejemplos de estrategias pasivas

- Aislación térmica en muros, cielo y pisos.
- Ventilación cruzada natural.
- Sombreamiento: aleros, cortinas solares, quiebra soles.
- Control solar pasivo: orientación de ventanas, vidrios con lámina.
- Masa térmica inherente de muros o losas que retienen calor y lo liberan gradualmente.
- Sello hermético para evitar filtraciones.

Ventajas de lo pasivo

- Cero o muy bajo consumo energético.
- Menores costos de operación.
- Mayor estabilidad térmica.
- Soluciones duraderas.

Desventajas

- Limitado ante climas extremos.
- Depende fuertemente del diseño arquitectónico original.
- No siempre es suficiente por sí solo.

2. Climatización Activa

La climatización activa utiliza equipos que consumen energía para alcanzar y mantener condiciones térmicas adecuadas.

Ejemplos de climatización activa

- Equipos de aire acondicionado Split, MultiSplit, VRF, Inverter.
- Bombas de calor aire-aire o aire-agua.
- Estufas eléctricas o a gas.
- Ventiladores mecánicos y extractores.
- Sistemas HVAC completos.

Ventajas de lo activo

- Control preciso de la temperatura y humedad.
- Responde rápido a condiciones climáticas adversas.
- Mejora inmediata del confort térmico.

Desventajas

- Mayor consumo energético.
- Costos operativos y de mantención.
- Dependencia eléctrica.

La climatización pasiva reduce la demanda energética; la climatización activa la satisface.

3.3 PARÁMETROS TÉRMICOS RELEVANTES

(T (°C), HR, V (m/s), Kcal, btu).

1-Temperatura

La temperatura es una magnitud física que indica qué tan caliente o frío está un cuerpo o un ambiente.

Se relaciona con la energía interna: mientras más energía tienen las moléculas (se mueven más rápido), mayor es la temperatura.

Los grados Celsius (°C) son la unidad de medida de temperatura más utilizada en Chile y gran parte del mundo, y forman parte del Sistema Internacional de Unidades.

La temperatura en °C permite:

- Comparar ambientes interiores vs. exteriores.
- Determinar si un espacio se encuentra dentro del rango de confort térmico.
- Evaluar sobrecalentamiento (verano) o insuficiencia térmica (invierno).
- Tomar decisiones sobre climatización activa y pasiva.

2- Humedad relativa

La humedad relativa (HR) es el porcentaje de vapor de agua presente en el aire respecto a la cantidad máxima que ese mismo aire podría contener a una temperatura determinada.

La humedad relativa depende directamente de la temperatura:

Aire caliente puede contener más vapor; aire frío puede contener menos. Por eso, si la temperatura baja, la HR sube automáticamente, aunque la cantidad de vapor no cambie.

3- Velocidad del aire (m/s)

La velocidad del aire, medida en metros por segundo (m/s), indica qué tan rápido se está moviendo el aire dentro de un espacio.

Es un parámetro fundamental del confort térmico porque determina si el usuario percibe corrientes de aire, estancamiento o una ventilación adecuada.

La velocidad del aire influye directamente en cómo percibimos el calor o el frío:

- Velocidad baja ($<0,10$ m/s):

Aire “estancado”, aumenta sensación de calor, ambiente pesado.

- Velocidad adecuada ($0,10 - 0,30$ m/s):

Rango de confort según NCh 1079, ASHRAE 55.

- Velocidad alta ($>0,40$ m/s):

Se perciben corrientes molestas, especialmente en invierno.

4-Kcal

La kilocaloría (kcal) es una unidad de energía que representa la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 kilogramo de agua en 1°C .

Se usa comúnmente en calefacción, calderas y análisis térmico en ingeniería.

- $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$ (kilo Joules)
- $1 \text{ kcal} \approx 3,97 \text{ BTU}$

5- BTU

Es una unidad anglosajona que mide la energía necesaria para elevar en 1°F la temperatura de 1 libra de agua.

Es la unidad más común en aire acondicionado y equipos HVAC.

- 1 BTU = 0,252 kcal
- 12.000 BTU/h = 1 tonelada de refrigeración (TR)

3.4 TIPOS DE EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

Los equipos de climatización y control ambiental son sistemas diseñados para regular la temperatura, la humedad y la calidad del aire interior, garantizando condiciones de confort térmico y ambiental adecuadas para las personas. Su función principal es mantener un equilibrio entre temperatura, ventilación y pureza del aire, independientemente de las condiciones climáticas externas.

Estos sistemas se dividen en dos funciones principales:

1-Calefacción: encargada de aumentar la temperatura en invierno mediante equipos que utilizan energía eléctrica, gas, leña o pellets.

2-Refrigeración: orientada a disminuir la temperatura en verano, a través de equipos de aire acondicionado o sistemas de refrigeración evaporativa.

El correcto funcionamiento de un sistema de climatización depende de su capacidad de distribución del aire, la ubicación de los equipos y el aislamiento térmico del edificio. Además, el uso de tecnología Inverter o equipos de alta eficiencia energética permite reducir el consumo eléctrico y minimizar el impacto ambiental.

En el contexto del restaurante El Rincón del Abuelo, la implementación de un sistema de climatización resulta fundamental para mejorar la experiencia de los clientes y el rendimiento del personal. Actualmente, el local no cuenta con ningún sistema de aire acondicionado o control ambiental, lo que genera temperaturas excesivamente altas en verano y obliga al uso de estufas a gas o leña durante el invierno, las cuales calientan de forma localizada pero no logran distribuir el calor uniformemente.



ILUSTRACIÓN 31: EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN PISO CIELO.

3.5 INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

1- Anemómetro:

es un instrumento que mide la velocidad del aire y, en algunos modelos, también la temperatura.

Su función Es:

- 1-Evaluar la ventilación de un espacio.
- 2-Detectar corrientes de aire o zonas sin circulación.
- 3-Comprobar si existe ventilación adecuada según normativa.
- 4-Identificar ambientes “pesados” o mal ventilados.

¿Cómo funciona?

Funciona midiendo cómo el aire mueve un sensor (hélices o hilo caliente). Mientras más rápido se desplaza el aire, mayor velocidad registra el instrumento



ILUSTRACIÓN 32: INSTRUMENTO QUE MIDE LA VELOCIDAD DEL AIRE DEL RECINTO Y DEL EXTERIOR.

2- termohigrómetro

es un instrumento que mide temperatura y humedad relativa del aire. Sirve para Evaluar confort térmico, Detectar ambientes muy cálidos, fríos o pesados y Comparar interior vs. exterior.

¿Cómo funciona?

Usa sensores que registran calor y humedad del aire y los muestra en pantalla.



ILUSTRACIÓN 33: INSTRUMENTO QUE MIDE TEMPERATURAS Y HUMEDADES INTERIORES Y EXTERIORES DEL RESTAURANTE.

3- Luxómetro:

Es un Instrumento que mide la intensidad de luz en lux.

Sirve para Verificar si la iluminación es adecuada o excesiva

Cómo funciona:

Un sensor fotoeléctrico capta la luz y el equipo la convierte en un valor de lux.

Ofession



ILUSTRACIÓN 34: INSTRUMENTO QUE MIDE LA INTENSIDAD DE LA LUZ EN LUX.

3.6 ENVOLVENTE TÉRMICA

Se refiere a la piel del edificio que separa el ambiente interior del exterior. Su función principal es controlar los flujos de calor, aire y humedad. Una envolvente térmica eficiente minimiza las pérdidas de calor en invierno y las ganancias en verano.

3.7 TRANSMITANCIA TÉRMICA (VALOR U)

Es la medida del flujo de calor a través de un material o conjunto de materiales. Se expresa en W/m^2K . Cuando es menor el valor U, mejor es el aislamiento térmico de los elementos constructivos.

4. MARCO NORMATIVO.

4.1 NORMAS DE VENTILACIÓN Y CALIDAD DE AIRE INTERIOR

1. NCh 3303: Ventilación de edificios (Requisitos mínimos (Chile))

Define las condiciones mínimas de ventilación para edificaciones habitables.

- Exige renovaciones de aire por hora (ACH) según uso del recinto.
- Establece caudales mínimos de aire exterior.
- Busca prevenir acumulación de CO_2 , humedad y olores.
- Aplica a restaurantes, cocinas y espacios públicos.

2. NCh 1995: Calidad de aire interior (Parámetros y límites)

Regula contaminantes presentes en espacios interiores.

Puntos clave:

- Límites para CO_2 , CO, material particulado, formaldehído y compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Requisitos de ventilación para mantener el aire dentro de valores aceptables.
- Condiciones para prevenir enfermedades respiratorias y fatiga.

Límite recomendado:

$\text{CO}_2 < 1000$ ppm para ambientes de ocupación permanente.

3. ASHRAE 62.1: Ventilación for Acceptable Indoor Air Quality (Internacional)

Es la norma más usada en el mundo para dimensionar ventilación mecánica y natural.

- Define caudales mínimos de aire exterior según tipo de edificio.
- Establece exigencias según ocupación (personas) y superficie (m^2).
- Requisitos para ventilación mecánica, natural y mixta.
- Regula extracción en cocinas, baños y áreas de alto contaminante.

4. ASHRAE 55: Condiciones de Confort Térmico

No es solo de ventilación, pero regula aire interior como parte del confort.

Incluye:

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad del aire
- Confort térmico general

5. ISO 16890 e ISO 16000 (Calidad del aire y filtración)

ISO 16890:

Norma que clasifica filtros para sistemas de climatización (HVAC).

- Define filtros ePM10, ePM2.5, ePM1 según eficiencia.
- Recomendado en restaurantes para mantener aire limpio y reducir olores.

ISO 16000:

Normas para evaluación de calidad del aire interior:

- COV
- Ozono
- Formaldehído
- Partículas
- Humedad y moho

- Requisitos de muestreo

6. NCh 4/2003 e ISO 8995 – Iluminación y confort visual

Incluyen requerimientos ligados al ambiente interior (no sólo luz).

Se utiliza para complementar el concepto de calidad ambiental interior (IEQ).

7. Normas para cocinas comerciales

- Exigencia de campanas extractoras.
- Conductos de extracción independientes.
- Filtración de grasas.
- Caudales mínimos de renovación para evitar acumulación de calor, vapor y olores.

4.2 MANUAL DE EVALUACIÓN DE CONFORT TÉRMICO (ASHRAE 55)

La norma ASHRAE 55 establece los criterios para determinar condiciones ambientales de confort térmico en espacios ocupados, definiendo rangos aceptables de temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación, y empleando los índices PMV/PPD para predecir el nivel de satisfacción térmica de los ocupantes

4.3 GUÍA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS DE USO PÚBLICO

La Guía de Eficiencia Energética en Edificios de Uso Público es un documento técnico elaborado en el marco del Ministerio de Obras Públicas (MOP), cuyo objetivo principal es establecer criterios de diseño, evaluación y mejoramiento de edificaciones con el fin de optimizar su desempeño energético y asegurar condiciones adecuadas de confort térmico para los usuarios. Esta guía se utiliza como marco de referencia obligatorio en proyectos públicos y como estándar técnico ampliamente aplicado en proyectos privados en Chile.

La guía regula los aspectos fundamentales que influyen en el comportamiento energético de un edificio, incluyendo la demanda de calefacción, la refrigeración, la iluminación, la ventilación y, especialmente, el desempeño de la envolvente térmica. Esta última corresponde al conjunto de elementos que separan el interior del exterior (muros, techumbres, pisos, ventanas y puertas), y cuya correcta evaluación permite identificar pérdidas térmicas, ganancias excesivas de calor e infiltraciones de aire que afectan directamente el consumo energético y las condiciones de habitabilidad.

Asimismo, la guía establece criterios para garantizar condiciones de confort térmico, exigiendo que el diseño respete rangos mínimos y máximos de temperatura interior, humedad relativa y velocidad del aire. Estos parámetros buscan asegurar ambientes saludables, seguros y confortables, especialmente en edificaciones donde las personas permanecen por largos periodos de tiempo. En el caso de recintos de uso público, tales como restaurantes, oficinas, centros de atención y edificios municipales, se promueve el uso de estrategias de climatización eficiente que reduzcan el consumo energético y mantengan niveles adecuados de confort para los ocupantes.

Además del confort térmico, la guía incorpora lineamientos para la utilización eficiente de sistemas HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), el aprovechamiento de luz natural, la implementación de luminarias eficientes y la integración de medidas pasivas de diseño, todo orientado a reducir la demanda energética total del edificio.

4.4 NCH 789 AISLACIÓN TÉRMICA EN EDIFICACIONES

La Norma Chilena NCh 789 Aislación Térmica en Edificaciones establece los criterios técnicos para garantizar un adecuado desempeño térmico de la envolvente de un edificio, regulando elementos como muros, techumbres, pisos ventilados y ventanas. Su objetivo es asegurar que las edificaciones minimicen pérdidas y ganancias de calor, mejorando el confort interior y reduciendo la demanda energética.

La norma define la zonificación térmica del país y, en función de ella, fija los valores mínimos de resistencia térmica (R) y los límites máximos de transmitancia térmica (U) que deben cumplir los distintos componentes constructivos. También proporciona valores de conductividad térmica de materiales y métodos de cálculo para evaluar el comportamiento térmico real de la envolvente.

Además, incorpora criterios para prevenir condensaciones superficiales e intersticiales, protegiendo la durabilidad de la edificación y la salud de los ocupantes.

En el contexto del presente proyecto, la NCh 789 es fundamental para evaluar la aislación existente del Restaurante El Rincón del Abuelo, identificar deficiencias y justificar mejoras que permitan optimizar el confort térmico y la eficiencia energética del recinto.

4.5 NCH 853

Esta norma establece los criterios generales de acondicionamiento térmico en edificaciones, definiendo principios para el control de temperatura, humedad y ventilación. Con el fin de asegurar condiciones adecuadas de confort térmico y habitabilidad del interior. Esta norma sirve como marco técnico de referencia para el diseño y evaluación del desempeño térmico de los recintos, completamente las exigencias reglamentarias establecidas en la OGUC y las recomendaciones del MOP.

4.6 GUIA TÉCNICA DE APOYO N°7 DEL MOP

La guía técnica de apoyo N°7 del ministerio de obras públicas “MOP” establece los rangos de confort térmico para edificios de uso público en Chile, definiendo temperaturas interiores entre 18-22°C y condiciones adecuadas de humedad entre 40-70%, con el objetivo de asegurar eficiencia energética y bienestar de los usuarios

4.7 ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES (OGUC)

La (OGUC) En su artículo 4.1.10 fija las exigencias de acondicionamiento térmico de la envolvente regulando el desempeño térmico de muros, techumbre, vanos según la zona térmica.

4.8 LISTADO OFICIAL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO

(ED12/2024)

El ED12 | 2024 – Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico es un documento técnico elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU), que reúne distintas soluciones constructivas para muros, techumbres, pisos y otros elementos de la envolvente de las edificaciones que cumplen con las exigencias de la reglamentación térmica vigente en Chile, establecida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y normas técnicas asociadas.

Este listado presenta sistemas constructivos ya evaluados y verificados térmicamente, indicando su composición, espesores de materiales y la zona térmica donde pueden utilizarse. Por lo tanto, cuando se utiliza una de estas soluciones constructivas de manera íntegra, no es necesario realizar cálculos detallados de transmitancia térmica, ya que el cumplimiento normativo ha sido previamente validado por el MINVU.

El objetivo principal del ED12 es facilitar el diseño y la ejecución de proyectos que requieran cumplir con los estándares de acondicionamiento térmico, simplificando el proceso de especificación técnica y asegurando el cumplimiento de la normativa vigente en materia de eficiencia energética en edificaciones.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE SOLUCIONES

5. DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS

5.1 DIAGNÓSTICO INICIAL

Resumen de mediciones realizadas con el termohigrómetro

Fecha	Temperatura exterior (°C)	Temperatura Interior (°C)	Humedad Exterior (%)	Humedad Interior (%)
Viernes 14 de Noviembre	37	33,6	27	33
Sábado 15 de noviembre	35	32,6	31	37
Domingo 16 de noviembre	34	32	32	36
Lunes 17 de noviembre	36	33	31	33
Martes 18 de noviembre	33	31	31	38
Miércoles 19 de noviembre	37	33	28	34
Jueves 20 de noviembre	36	33	30	38
Viernes 21 de noviembre	37	32	27	36
Sábado 22 de noviembre	35	31,8	31	37

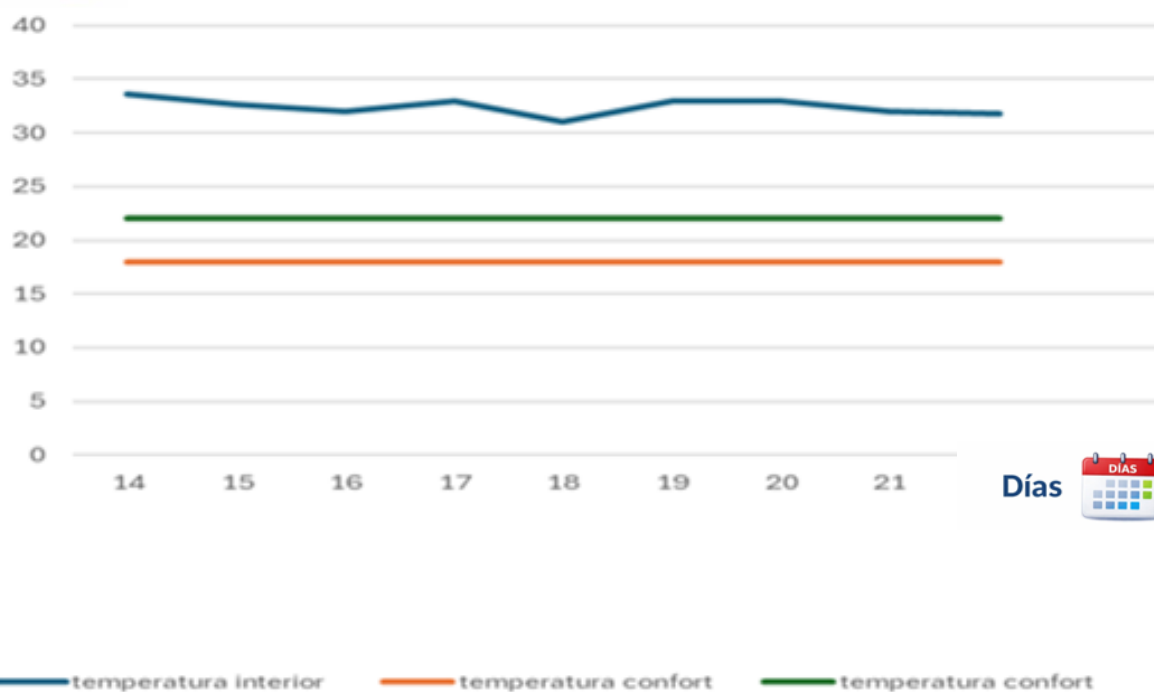
ILUSTRACIÓN 35: TABLA QUE EVIDENCIA LAS MEDICIONES DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA EXTERIORES E INTERIORES DEL RESTAURANTE MEDIANTE EL INSTRUMENTO LLAMADO TERMOHIGRÓMETRO, REGISTRANDO SUS MÁXIMAS EN UN PERIODO QUE VA DESDE EL 14 DE NOVIEMBRE HASTA EL SÁBADO 22 NOV.

Gráficos de temperatura interior



Temperatura

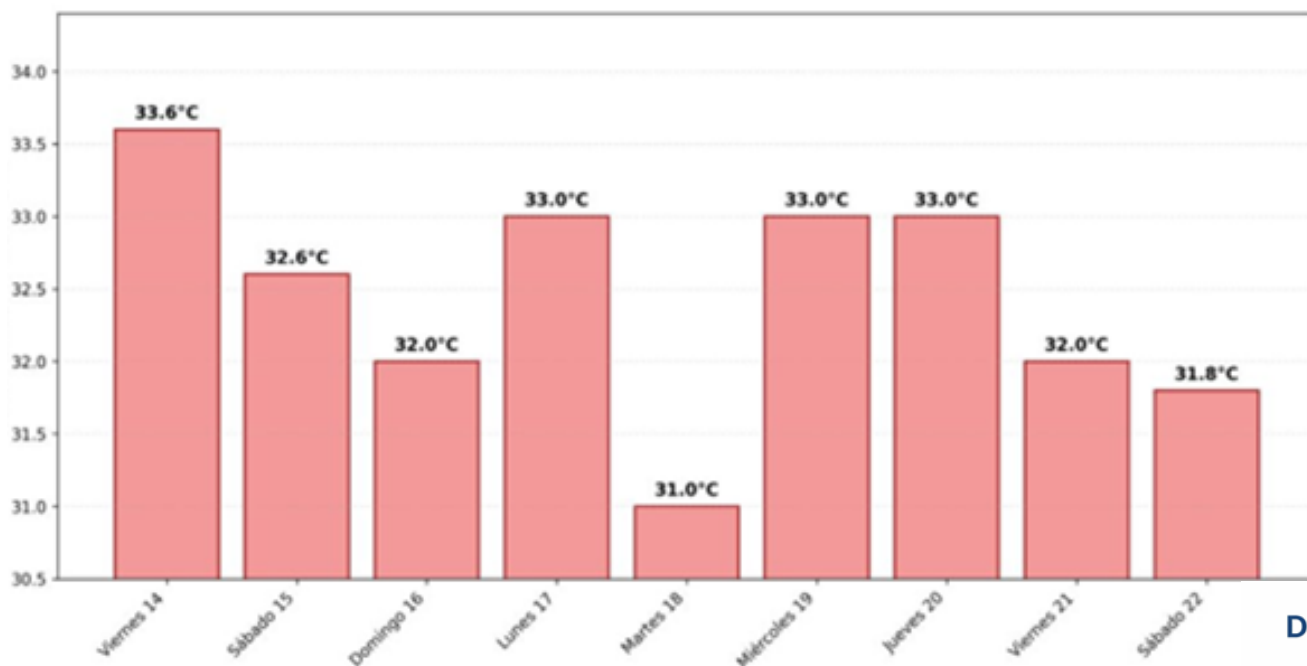
Graficos rangos de temperatura interior



Días



Temperatura Interior Del 14 al 22 de Noviembre



Días



ILUSTRACIÓN 36: GRAFICOS DE CURVATURA Y DE BARRA EN UN PERIODO DEL 14 AL 21 DE NOV. QUE EVIDENCIA TEMPERATURA POR SOBRE LOS RANGOS PERMITIDOS DE CONFORT TÉRMICO.

Gráficos de humedad interior

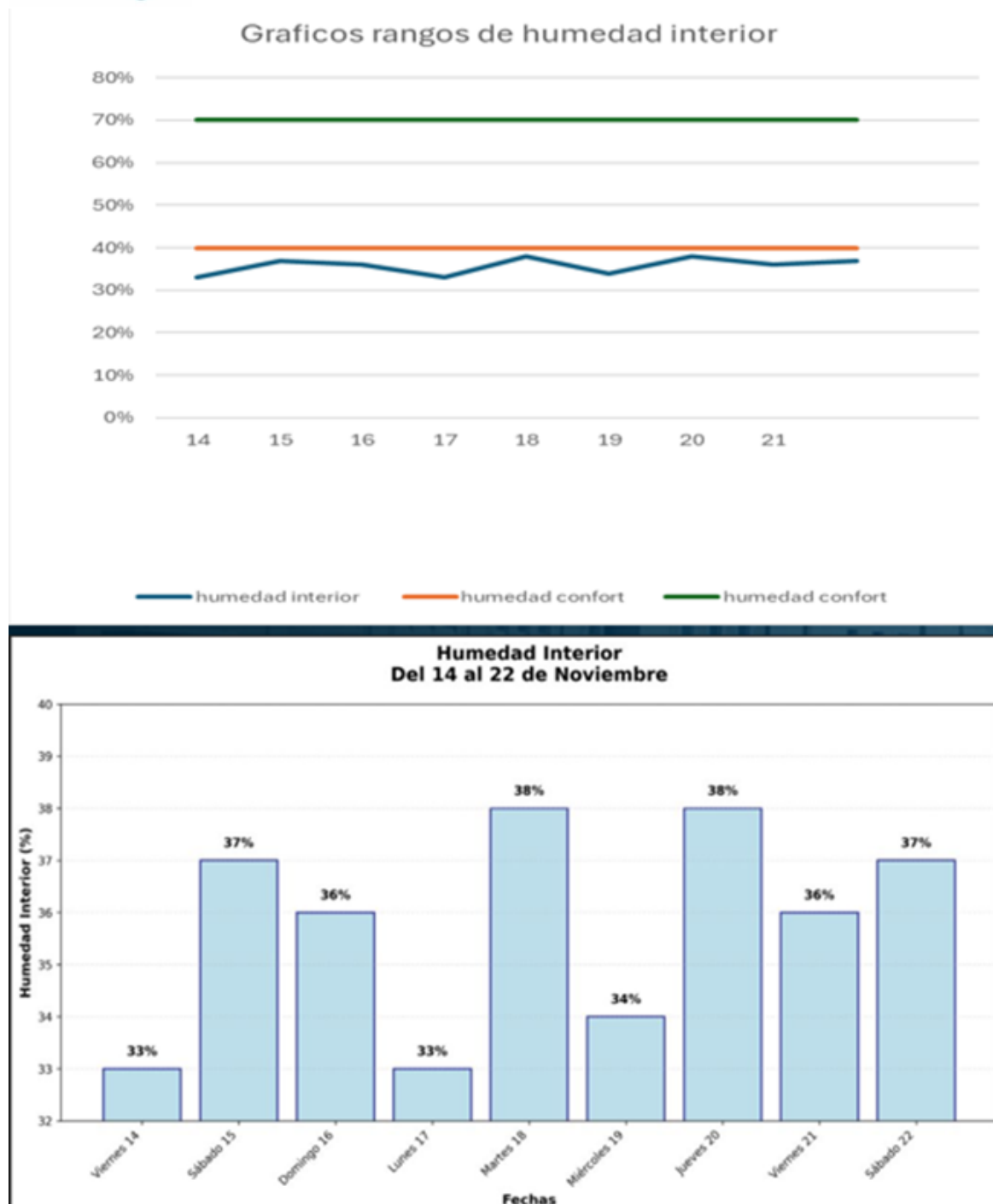


ILUSTRACIÓN 37: GRAFICOS DE CURVATURA Y DE BARRA EN UN PERIODO DEL 14 AL 21 DE NOV. QUE EVIDENCIA HUMEDADES QUE NO CUMPLEN CON LOS RANGOS OPTIMOS.

Evaluación de condiciones de confort térmico según criterios del MOP

La Tabla X presenta los registros de temperatura y humedad relativa exterior e interior obtenidos durante el período comprendido entre el 14 y el 22 de noviembre en la localidad de Talcamávida. Estos valores fueron analizados considerando los rangos de confort térmico establecidos por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), los cuales definen condiciones de confort para recintos de uso público con temperaturas interiores entre 18 y 22 °C y humedad relativa entre 40 % y 70 %.

Durante el período de medición, la temperatura exterior registró valores elevados, fluctuando entre 33 °C y 37 °C, mientras que la temperatura interior se mantuvo persistentemente alta, con valores comprendidos entre 31 °C y 33,6 °C. Estos registros superan ampliamente el rango de confort térmico definido por el MOP, evidenciando un estado de sobrecalentamiento interior permanente y una condición de inconfort térmico severo para usuarios y trabajadores del recinto.

La escasa diferencia entre las temperaturas exteriores e interiores indica que el edificio presenta una baja capacidad de atenuación térmica, atribuible a deficiencias en la envolvente, falta de aislación térmica adecuada y ausencia de sistemas de climatización que permitan regular las condiciones interiores frente a eventos de altas temperaturas.

En relación con la humedad relativa, los valores exteriores se situaron entre 27 % y 32 %, mientras que la humedad interior fluctuó entre 33 % y 38 %. Estos valores se encuentran por debajo del rango de confort higrométrico establecido por el MOP (40 % – 70 %), generando ambientes interiores secos que intensifican la sensación de incomodidad térmica, especialmente en combinación con temperaturas elevadas.

En consecuencia, los resultados obtenidos confirman que el recinto no cumple con las condiciones de confort térmico e higrométrico establecidas por el MOP, reforzando la necesidad de implementar mejoras en la envolvente térmica del edificio y de evaluar soluciones de climatización eficiente, orientadas a garantizar condiciones adecuadas de habitabilidad y bienestar térmico para sus ocupantes.

Tabla de temperatura en Talcamavida (verano vs invierno)

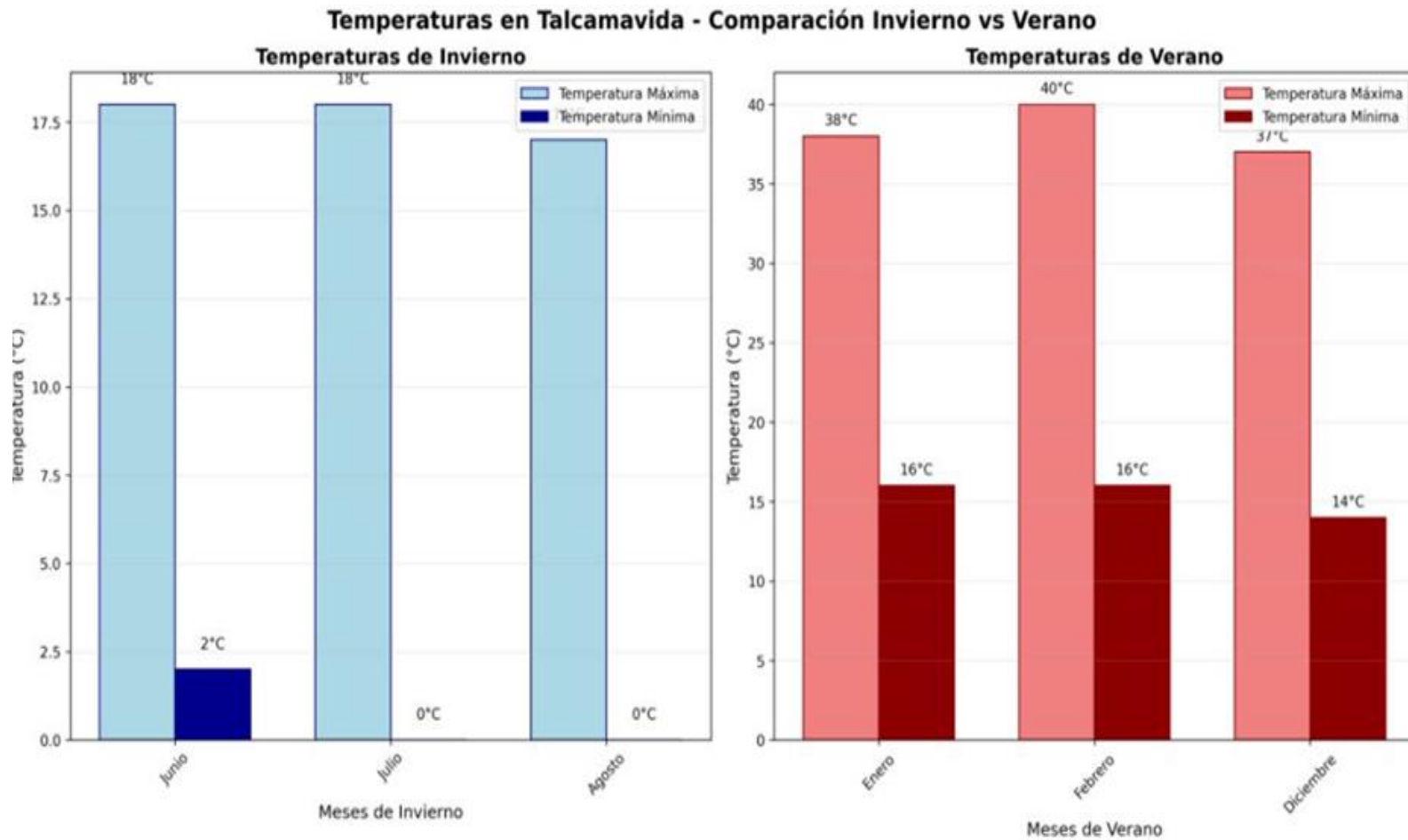


ILUSTRACIÓN 38: GRÁFICOS DE COMPARACIÓN DE TEMPERATURAS EN ÉPOCAS DE INVIERNOS VERSUS TEMPERATURAS EN VERANO EN TALCAMAVIDA, REGISTRANDO LAS MÁXIMAS Y LAS MÍNIMAS EN CADA MES.

Esta imagen presenta una comparación de las temperaturas máximas y mínimas registradas durante los periodos de invierno y verano en talcamavida, evidenciado el marcado contraste térmico característico de la zona.

Durante el periodo invernal correspondiente a los meses de junio, julio y agosto, se observa que las temperaturas máximas diurnas alcanzan valores cercanos a los 17°C y 18°C, mientras que las temperaturas mínimas descienden hasta valores próximos a 0°C.

En contraste, durante el período estival, comprendido entre los meses de diciembre, enero y febrero, las temperaturas máximas alcanzan valores significativamente elevados, situándose entre los 37 °C y 40 °C. Asimismo, las temperaturas mínimas nocturnas se mantienen relativamente altas, con valores que oscilan entre los 14 °C y 16 °C, lo que limita el enfriamiento natural de los recintos y favorece la acumulación de calor en el interior de las edificaciones.

Este comportamiento climático confirma que la localidad de Talcamávida presenta condiciones térmicas exigentes tanto en invierno como en verano, lo que incide directamente en el confort térmico interior y en el desempeño energético de las edificaciones. En consecuencia, se hace indispensable la incorporación de soluciones constructivas y sistemas de climatización eficientes que permitan mitigar los efectos de las temperaturas extremas y asegurar condiciones adecuadas de habitabilidad.

Los datos climáticos utilizados en este análisis corresponden a información oficial obtenida desde la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), organismo técnico nacional responsable del monitoreo y validación de las condiciones meteorológicas, lo que otorga respaldo y validez técnica a la información empleada para el desarrollo del presente estudio.

5.2 MEDICIONES INSTRUMENTALES POR CADA SECTOR

	<u>ZONA</u>	<u>Temperatura</u>	<u>RH (%)</u>	<u>LUX</u>	<u>VELOCIDAD DEL AIRE (M/S)</u>
1-	BAR	31,6	32%	260	0
2-	OFICINA	33,7	34%	348	0
3-	COMEDOR 1	31,8	34%	343	0
4-	COMEDOR 2	32	34%	308	0
5-	COMEDOR 3	32,1	37%	297	0
6-	INSUMOS	33,7	35%	347	0
7-	BAÑO PERSONAL	25,6	46%	205	0
8-	BAÑO DAMAS	25,5	43%	199	0
9-	AREA FUMADORES	33,5	38%	278	0
10-	BAÑO HOMBRES	25,5	45%	196	0
11-	COMEDOR PERSONAL	33,1	35%	297	0
12-	LAVANDERIA	25,3	47%	201	0
13-	ESCENARIO	31,9	34%	323	0
14-	COCINA	33,6	33%	321	0

ILUSTRACIÓN 39: MEDICIONES INSTRUMENTALES MEDIANTE ANEMÓMETRO, TERMOHIGRÓMETRO Y LUXÓMETRO, EVIDENCIANDO LA SITUACIÓN DE CADA SECTOR.

Los comedores son los espacios con mayor concentración de personas, donde se generan las mayores cargas térmicas internas (calor humano, iluminación, platos calientes). Además, son las zonas donde el cliente permanece más tiempo, por lo que cualquier alza de temperatura, humedad o falta de ventilación impacta directamente en su confort y en la percepción del servicio.

Registro fotográfico temperatura y humedad relativa



ILUSTRACIÓN 40: MEDICIÓN DE TEMPERATURA INTERIOR Y HUMEDAD RELATIVA EN SECTOR COCINA

Mediante termohigrómetro.



ILUSTRACIÓN 41: TEMPERATURA INTERIOR COMEDOR CLIENTES "TERRAZA 3" Y HUMEDAD RELATIVA MUY POR SOBRE RANGOS ÓPTIMOS MEDIANTE TERMOHIGRÓMETRO.

Registro fotográfico de velocidad de aire y iluminancia



ILUSTRACIÓN 42: MEDICIÓN DE INTENSIDAD DE LUZ EN LUX EN SECTORES DEL RESTAURANTE COMO COCINA, COMEDOR Y OFICINA.



ILUSTRACIÓN 43: MEDICIÓN DE VELOCIDAD DE AIRE MEDIANTE ANEMÓMETRO EN SECTOR COMEDORES, COCINA, BAR DEL RESTAURANTE EVIDENCIANDO UN AMBIENTE SOFOCANTE YA QUE NO CIRCULA AIRE.

5.3 ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE CONFORT

El estudio evidencia que el restaurante no cumple con las condiciones mínimas de confort térmico en ninguna de sus variables principales (temperatura, humedad, ventilación). La alta exposición climática local, sumada a la inexistencia de climatización y una envolvente térmica deficiente, genera ambientes incómodos para clientes y trabajadores, afectando directamente la operación y la habitabilidad del local.

Este diagnóstico confirma la necesidad urgente de proponer un sistema de climatización eficiente, complementado con mejoras en la envolvente térmica, con el fin de asegurar condiciones adecuadas y sostenibles de confort interior.

5.4 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS

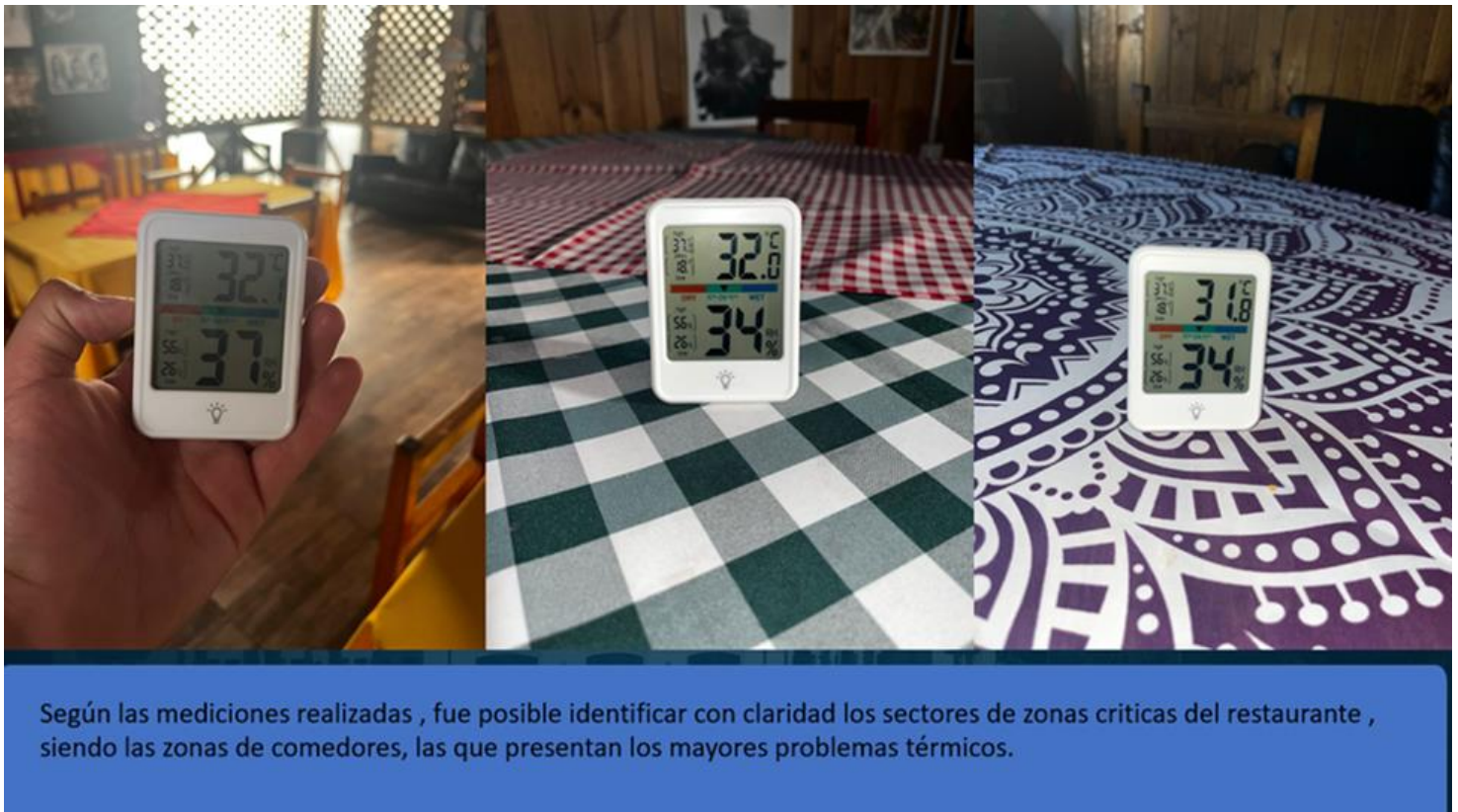


ILUSTRACIÓN 44: SECTORES CRÍTICOS DONDE EL ADMINISTRADOR DEL RESTAURANTE DESEA INTERVENIR, COMEDORES CLIENTES.

Tras varias mediciones en horarios de temperatura (máximas) se evidencio que en los comedores 1-2-3 existen grandes problemas de confort térmico

5.5 TRANSMITANCIA TÉRMICA ACTUAL DE MUROS

Con el objetivo de cuantificar el desempeño térmico actual de la envolvente, se realizaron cálculos de transmitancia térmica (VALOR U) según la metodología establecida en la norma NCH853 off 2007 “Acondicionamiento térmico”

$$U = 1/R_T$$

Desde R_T se compone de: $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{se}$.

R_{si} : resistencia superficial interior

R_{se} : resistencia superficial exterior

$R_1, R_2, R_3, \dots$: resistencias térmicas de capa del elemento. (espesor conductividad térmica)

Comedores 1-2-3 restaurante el rincon del abuelo

Cálculo de transmitancia térmica

U1			
Elemento	Espesor	Conductividad	Valor
Rsi		0,05	0,05
Tablas californias	0,015	0,14	0,11
pino 2x3	0,0762	0,104	0,73
osb 9,5 mm	0,0095	0,13	0,07
Rse		0,12	0,12

Rt	1,08
U1	0,92

U2			
Elemento	Espesor	Conductividad	Valor
Rsi		0,05	0,05
Tablas californias	0,015	0,14	0,11
C.aire		0,165	0,17
osb 9,5 mm	0,0095	0,13	0,07
Rse		0,12	0,12

Rt	0,5
U2	1,9

	Valor	%
U1	0,92	10%
U2	1,9	90%

U ponderado	1,84	(w/m2k)
-------------	------	---------

ILUSTRACIÓN 45: CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA ACTUAL DEL RESTAURANTE EN COMEDORES 1-2-3 DE CLIENTES DONDE NO CUENTA CON NINGÚN TIPO DE AISLACIÓN PERIMETRAL.

Talcamávida corresponde a la zona térmica 4 según la OGUC, la cual establece una transmitancia térmica máxima de $1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ para muros perimetrales. El muro de los comedores presenta una transmitancia aproximada de $1,84 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, superando el límite normativo debido a la ausencia de aislación térmica, lo que genera pérdidas energéticas e inconfort térmico, justificando la necesidad de mejoras en la envolvente.

5.6 NECESIDADES TÉRMICAS POR SECTOR

A partir de las mediciones realizadas y considerando estrictamente los criterios de confort higrotérmico establecidos por la Guía Técnica de Apoyo N°7 del Ministerio de Obras Públicas, se identificaron las necesidades térmicas específicas de cada sector del restaurante. Para todos los recintos, la temperatura interior debe mantenerse entre 18 y 22 °C, y la humedad relativa entre 40 y 70 %, lo que garantiza las condiciones mínimas de confort para usuarios y trabajadores.

1. Comedores (Comedor 1, Comedor 2 y Comedor 3)

Estos espacios presentan las mayores cargas térmicas debido a la presencia de clientes, circulación de personal, iluminación y platos calientes. Las mediciones evidencian temperaturas superiores al rango de confort y ausencia de movimiento de aire.

Necesidades térmicas del sector:

- Temperatura interior entre 18–22 °C.
- Humedad relativa entre 40–70 %.
- Movimiento de aire mínimo que evite la sensación de ambiente “pesado”.

Requerimientos principales:

- Incorporación de sistemas de climatización tipo Split de alta eficiencia.
- Ventilación controlada para mejorar la renovación de aire.
- Mejoras de envolvente para reducir ganancias de calor (sellos, control solar).
- Ajustes de iluminación para no incrementar la carga térmica.

2. Cocina

La cocina es uno de los sectores con mayor generación de calor y vapor, lo que aumenta la temperatura y la humedad relativa por sobre los límites de confort definidos por el MOP.

Necesidades térmicas del sector:

- Mantener la temperatura lo más cercana posible al rango 18–22 °C, considerando las limitaciones propias del recinto.

- Controlar la humedad relativa para que no supere el 70 %.
- Asegurar un flujo de aire adecuado para evacuar calor y vapor.

Requerimientos principales:

- Extractores de alta capacidad y renovación mecánica continua.
- Aportes de aire de reposición.
- Refuerzo de aislamiento térmico en áreas expuestas al sol.
- Climatización auxiliar solo si la ventilación garantiza condiciones controladas.

3. Comedor del Personal

Presenta condiciones similares a los comedores principales, con temperaturas que superan el rango de confort y escasa ventilación.

Necesidades térmicas del sector:

- Temperatura interior entre 18–22 °C.
- Humedad entre 40–70 %.
- Circulación de aire mínima para mejorar la percepción térmica.

Requerimientos principales:

- Sistema de climatización de pequeña capacidad.
- Control de estratificación del aire mediante ventilación.
- Ajustes lumínicos dentro de lo normativo para evitar cargas térmicas innecesarias.

4. Baños y Pasillos

Si bien no presentan una carga térmica crítica, muestran problemas de ventilación y niveles de iluminancia variables.

Necesidades térmicas del sector:

- Mantener temperatura por debajo de 22 °C en lo posible.
- Control apropiado de humedad para evitar condensación y olores.

Requerimientos principales:

- Instalación de extractores y ventilación mecánica.
- Mejoras de iluminación para mantener condiciones adecuadas y seguras.

5. Zona de Acceso

El acceso es un punto sensible debido a las infiltraciones de aire exterior y la apertura frecuente de puertas.

Necesidades térmicas del sector:

- Estabilidad térmica que permita mantener el rango 18–22 °C en zonas interiores cercanas.
- Control de corrientes para evitar pérdidas de climatización.

Requerimientos principales:

- Cortina de aire o doble puerta para reducir infiltraciones.
- Sellos térmicos perimetrales en puertas y ventanas cercanas

5.7 PROPUESTA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

Mejoras en la Envolvente Térmica del Restaurante

Las mediciones y observaciones indican que la envolvente es deficiente y carece de aislación térmica efectiva, lo que incrementa drásticamente las temperaturas interiores.

Solución Constructiva Adoptada

Para el mejoramiento del comportamiento térmico de los recintos correspondientes a los comedores 1, 2 y 3, se propone la incorporación de un sistema de revestimiento interior basado en una solución constructiva validada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

La solución corresponde a un tabique de entramado de madera con aislación térmica de lana mineral de 50 mm y revestimiento interior en placa de yeso-cartón de 12,5 mm, conforme al Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico (LOSCAT ED12 – MINVU, 2024).

Esta solución permite mejorar significativamente la resistencia térmica del muro existente, reduciendo las pérdidas de calor en invierno y las ganancias térmicas en verano, lo que contribuye al confort térmico interior del establecimiento.

Al tratarse de una solución validada por el MINVU, se considera que cumple con los requisitos de transmitancia térmica establecidos en la reglamentación vigente para la zona térmica correspondiente.

Mejoramiento Envolvente Térmica de Comedores

Solución adoptada (MINVU LOSCAT ED12 2024)

Sistema:

- estructura madera 2x3 existente
- aislación lana mineral 50 mm

- placa yeso cartón 12,5 mm interior
- tratamiento de juntas
- pintura interior

Fuente:

MINVU – LOSCAT ED12 (2024)

¿Por qué no debería calcular transmitancia térmica con esta solución?

Ya que Se adoptó una solución constructiva del listado oficial del MINVU (LOSCAT ED12 2024), el cual contiene soluciones previamente verificadas que cumplen con la reglamentación térmica. Por lo tanto, no fue necesario recalculer la transmitancia térmica.

Beneficios:

- Reduce ganancia térmica en verano
- Mejora retención de calor en invierno
- Disminuye demanda del sistema de climatización

Justificación de la solución constructiva adoptada

Con el objetivo de mejorar el comportamiento térmico de los recintos correspondientes a los comedores del restaurante, se evaluaron distintas alternativas de intervención sobre la envolvente térmica del edificio. Estas alternativas consideraron criterios técnicos, constructivos y económicos, con el propósito de seleccionar una solución que permitiera mejorar el confort térmico interior sin generar intervenciones estructurales mayores ni costos excesivos de implementación.

Entre las alternativas analizadas se consideraron sistemas de aislación térmica exterior, como el sistema EIFS (Exterior Insulation Finish System), el cual consiste en la incorporación de paneles de poliestireno expandido adheridos al muro exterior y recubiertos con una capa

de terminación reforzada con malla. Este sistema presenta un buen desempeño térmico al reducir significativamente los puentes térmicos y mejorar la transmitancia térmica de los muros. Sin embargo, su implementación requiere una intervención completa de las fachadas del edificio, mano de obra especializada y un costo de ejecución considerablemente mayor, lo que lo hace menos adecuado para el contexto del proyecto.

Asimismo, se evaluó la posibilidad de incorporar sistemas prefabricados como paneles SIP (Estructural Insulares Panel) en el interior de los muros existentes. Este tipo de panel ofrece un alto nivel de aislamiento térmico debido a su núcleo de material aislante, generalmente poliestireno expandido, entre dos placas estructurales de OSB. No obstante, su instalación implica un aumento considerable del espesor de los muros interiores, además de requerir modificaciones constructivas más complejas y un mayor costo asociado a los materiales.

Otra alternativa considerada fue la aplicación de sistemas de aislación térmica insuflada, tales como celulosa o lana mineral proyectada al interior de cavidades existentes en los muros. Si bien esta técnica permite mejorar el aislamiento sin realizar grandes intervenciones visibles, presenta ciertas limitaciones asociadas al control de densidad del material, a la necesidad de maquinaria especializada para su instalación y a la dificultad de asegurar una distribución homogénea del aislante en estructuras existentes.

También se analizó la posibilidad de reemplazar completamente los muros existentes por soluciones constructivas nuevas que incorporaran aislación térmica de mayor espesor. Sin embargo, esta alternativa implicaba demoliciones importantes, mayores tiempos de ejecución y una intervención significativamente más invasiva para el funcionamiento del establecimiento.

Considerando los aspectos técnicos, constructivos y económicos anteriormente descritos, se optó por implementar una solución constructiva incluida en el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (LOSCAT ED12, 2024). La solución adoptada corresponde a un sistema de entramado de madera existente complementado con aislación térmica de lana mineral de 50 mm y revestimiento interior en placa de yeso-cartón de 12,5 mm.

La elección de esta solución presenta diversas ventajas. En primer lugar, corresponde a una solución previamente validada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, lo que garantiza su cumplimiento con los requisitos de transmitancia térmica establecidos en la normativa

térmica vigente y en la Norma Chilena NCh853. Debido a que esta solución forma parte del listado oficial de soluciones constructivas, no resulta necesario recalculer la transmitancia térmica del elemento constructivo, ya que su desempeño ha sido previamente verificado mediante ensayos y evaluaciones técnicas.

Esta alternativa es plenamente compatible con la estructura existente del edificio, permitiendo realizar la intervención desde el interior de los recintos sin afectar la estructura principal ni el revestimiento exterior del inmueble. Esto facilita su ejecución constructiva, reduce los tiempos de obra y minimiza las interferencias con el funcionamiento habitual del establecimiento.

La incorporación de aislación térmica mediante lana mineral permite mejorar significativamente la resistencia térmica del muro existente, reduciendo las pérdidas de calor durante el periodo invernal y disminuyendo las ganancias térmicas durante el verano. De esta manera, se contribuye a estabilizar las condiciones térmicas interiores del recinto, mejorando el nivel de confort de los usuarios y disminuyendo la demanda energética asociada a los sistemas de climatización.

La solución constructiva adoptada representa una alternativa técnicamente adecuada, económicamente viable y compatible con las condiciones constructivas del edificio existente, permitiendo mejorar el desempeño térmico de la envolvente y contribuir al confort ambiental del establecimiento.

5.8 PROPUESTAS DE SOLUCIONES SUPLEMENTARIA

Descripción y análisis de equipos de climatización propuestos

Con el fin de mejorar las condiciones de confort térmico interior y dar respuesta a las exigencias climáticas del sector, se evaluaron distintas alternativas de climatización, priorizando equipos de alta eficiencia energética, adecuada capacidad térmica y compatibilidad con las características del recinto. Entre las soluciones analizadas destacan los equipos de aire acondicionado tipo piso-cielo y los equipos de aire acondicionado tipo ducto, los cuales presentan aplicaciones y ventajas diferenciadas según el tipo de espacio a climatizar.

Aire acondicionado tipo piso-cielo

Los equipos de aire acondicionado tipo piso-cielo corresponden a sistemas de climatización de instalación versátil, que pueden montarse tanto a nivel de piso como suspendidos en el cielo, permitiendo una adecuada distribución del aire en recintos de mediana y gran superficie. Este tipo de equipos es comúnmente utilizado en oficinas, locales comerciales, centros médicos y espacios de atención al público, donde se requiere una solución eficiente y de rápida implementación.

Entre sus principales características se encuentra su alta capacidad térmica, con potencias que pueden variar desde 12.000 hasta 60.000 BTU/h, lo que permite climatizar superficies amplias de manera efectiva. Además, su control individual por zona facilita la regulación de la temperatura según el uso del espacio, mejorando el confort térmico y optimizando el consumo energético. Por estas razones, los equipos piso-cielo resultan especialmente adecuados para sectores de comedor con ocupación variable y altas cargas internas.

Aire acondicionado tipo ducto

Por otra parte, los equipos de aire acondicionado tipo ducto corresponden a sistemas de climatización centralizada, en los cuales la distribución del aire se realiza mediante una red de ductos que abastece simultáneamente distintos recintos. Este tipo de solución es ampliamente utilizada en edificios, oficinas, universidades y recintos de gran escala, donde se busca una climatización homogénea y una menor presencia visual de los equipos interiores.

Las principales ventajas de los sistemas tipo ducto radican en su capacidad para climatizar múltiples espacios de forma simultánea, su mejor integración arquitectónica y su operación más silenciosa en los recintos ocupados. No obstante, requieren una mayor planificación en diseño e instalación, así como espacios adecuados para la red de ductos, lo que los hace más apropiados para proyectos con una visión integral de climatización.





MODELO	TIPO DE AIRE ACONDICIONADO	APLICACIÓN RECOENDADO	CARACTERISTICAS	POTENCIAS	M2 por equipo	RANGO DE OPERACIÓN FRIO - CALOR	CONSUMO ELECTRICO (KW /AMP)
PISO - CIELO	AIRE ACONDICIONADO PISO - CIELO	OFICINAS, LOCALES COMERCIALES, CENTROS MEDICOS.	INSTALACION EN CIELO(UNIDAD INT). CONTROL INDIVIDUAL. IDEAL PARA ESPACIOS AMPLIOS.	12.000BTUH 18.000BTUH 24.000BTUH 36.000BTUH 48.000BTUH 60.000BTUH	24 m2 36 m2 48 m2 72 m2 96 m2 120 m2	-15 a 48 CELSIUS	1,06/4,45 4,98/8,4

ILUSTRACIÓN 46: FICHA TÉCNICA TIPO PISO CIELO

2. A/C Tipo ducto.






MODELO	TIPO DE AIRE ACONDICIONADO	APLICACIÓN RECOMENDADO	CARACTERISTICAS	POTENCIAS	NIVEL DE RUIDO dB(A)	RANGO DE OPERACIÓN FRIO - CALOR	CONSUMO ELECTRICO (KW /AMP)
DUCTO	AIRE ACONDICIONADO POR DUCTOS	OFICINAS, EDIFICIOS, CASAS GRANDES, UNIVERSIDADES	INSTALACION CENTRALIZADA, VENTILACION EN MULTIPLES ESPACIOS.	12.000BTUH 18.000BTUH 24.000BTUH 36.000BTUH 48.000BTUH 60.000BTUH	48 - 60	-20 A 52	1,08/4,9 6,4/11

ILUSTRACIÓN 47:FICHA TÉCNICA A/C TIPO DUCTO EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN.

En este proyecto se elegirá el sistema cassette piso cielo.

¿POR QUÉ CASSETTE PISO-CIELO?

Justificación técnica para climatización de restaurantes

SOLUCIÓN PREMIUM

Confort 360° & Diseño



ILUSTRACIÓN 48: EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN ADOPTADO.

Se selecciona el sistema de climatización cassette piso-cielo por su capacidad de distribuir el aire de forma uniforme en 360°, lo que permite mantener condiciones térmicas homogéneas en espacios amplios y de alta ocupación, como los comedores de un restaurante. Su instalación empotrada en cielo raso aporta una solución discreta y compatible con el diseño interior, sin interferir con muros ni áreas útiles.

Asimismo, el sistema permite control independiente por zonas, optimizando el confort térmico y el consumo energético según el nivel de ocupación. Si bien requiere una mayor altura de cielo y una inversión inicial superior a equipos murales, estas condiciones se ven compensadas por un mejor desempeño térmico, mayor eficiencia operativa y adecuación al uso gastronómico del recinto.

Se evaluaron 2 tipos de Marcas

Desde una perspectiva técnica, ANWO presenta como principales ventajas su mayor trayectoria en el mercado chileno, red de servicio técnico consolidada y oferta amplia de equipos Inverter R32 de alta eficiencia, lo que la hace especialmente adecuada para un proyecto permanente como un restaurante, donde se requiere confiabilidad y soporte a largo plazo.

Por su parte, KHÖNE se posiciona como una alternativa competitiva en costo inicial, con equipos Inverter de buena eficiencia y conectividad Wifi-integrada, resultando atractivo cuando se prioriza la relación precio–prestaciones y la flexibilidad de control, siempre que se asegure un proveedor con servicio técnico formal.

En conclusión, ambas marcas son técnicamente viables para la climatización del restaurante; no obstante, para un establecimiento de uso continuo y con requerimientos de respaldo estable, la opción ANWO ofrece un mayor grado de seguridad en términos de trayectoria, soporte y estandarización de equipos, mientras que KHÖNE puede considerarse como alternativa complementaria en sectores específicos donde se privilegie el menor costo de inversión inicial.

Justificación de la selección de la marca ANWO y configuración del sistema de climatización

Para el presente proyecto se selecciona la marca ANWO como solución de climatización, debido a que ofrece equipos diseñados para uso comercial intensivo, con un adecuado equilibrio entre eficiencia energética, confiabilidad operativa y relación costo–beneficio, aspectos fundamentales para un recinto gastronómico de alta ocupación.

Los equipos ANWO incorporan tecnología Inverter, lo que permite modular la potencia del compresor en función de la demanda térmica real del recinto, reduciendo el consumo energético y asegurando un control más preciso de la temperatura interior en comparación con sistemas tradicionales On/Off. Asimismo, cuentan con distribución de aire en 360°, garantizando una climatización homogénea y evitando zonas de inconfort térmico en los comedores.

Adicionalmente, los equipos utilizan refrigerante ecológico R410A, conforme a normativas ambientales vigentes, y presentan protección anticorrosiva Blue Fin, lo que incrementa la durabilidad de los intercambiadores de calor en ambientes exigentes. El sistema dispone de

control inteligente mediante conectividad WiFi, permitiendo la gestión remota de temperatura y programación horaria, optimizando la operación del sistema.

Desde el punto de vista operativo, los equipos ANWO presentan un amplio rango de funcionamiento, con operación eficiente tanto en modo frío como calor, y niveles de ruido reducidos, condición relevante para mantener el confort acústico en espacios de atención al público. Además, la marca dispone de servicio técnico certificado, stock permanente de repuestos y garantías reales, asegurando continuidad operativa y facilidad de mantenimiento.



ILUSTRACIÓN 49: MARCA ADOPTADA PARA PROYECTO.

Evaluación de alternativas de climatización y cálculo de capacidad térmica

Con el objetivo de evaluar alternativas de climatización eficientes y técnicamente adecuadas para el restaurante, se realizó un cálculo detallado de las áreas, alturas y volúmenes de cada sector crítico, considerando las particularidades funcionales de cada espacio. Este análisis permite determinar con precisión la capacidad térmica requerida y seleccionar el equipamiento de climatización más adecuado para cada zona, evitando sobredimensionamientos o déficits de potencia.

El levantamiento de información se efectuó de manera sectorizada, identificando tres zonas principales de comedor, cada una con condiciones de uso, ocupación y características espaciales distintas. A partir de las áreas y alturas medidas, se determinó el volumen de cada recinto, parámetro fundamental para el correcto dimensionamiento de los sistemas de climatización.

Este enfoque técnico permite asociar la demanda térmica real de cada espacio a soluciones de climatización de alta eficiencia energética, optimizando el consumo eléctrico y mejorando las condiciones de confort térmico interior. Asimismo, la zonificación propuesta facilita un control independiente por sector, lo que resulta especialmente relevante en recintos gastronómicos donde la ocupación y las cargas internas varían significativamente.

Aplicación por zonas críticas:

	<u>ZONA</u>	<u>Temperatura</u>	<u>RH (%)</u>
3-	COMEDOR 1	31,8	34%
4-	COMEDOR 2	32	34%
5-	COMEDOR 3	32,1	37%

ILUSTRACIÓN 50:ILUSTRACIÓN 48: ZONAS CRITICAS DONDE SE DESEA INTERVENIR.

Selección de equipos según cálculo de carga térmica

El levantamiento de áreas realizado permite seleccionar equipos con capacidad precisa, evitando sobredimensionamientos y reduciendo el consumo energético.

Levantamiento de áreas realizado

Sector	Área m2	Alturas (m)	Volumen (m3)
BAR	13,86 m2	2,44m	33,82m3
COMEDOR 1	23,1 m2	3,20m	73,92m3
COMEDOR 2	45,24 m2	2,60m	117,624m3
COMEDOR 3	60,51 m2	2,44m	147,64m3
COMEDOR PERSONAL	15,87 m2	2,44m	38,72m3
ESCENARIO	7,47 m2	2,44m	18,22m3
BAÑO DAMAS	2,32 m2	2,44m	5,66m3
OFICINA	2,75 m2	2,44m	6,71m3
BAÑO PERSONAL	4,40 m2	2,44m	10,73m3
INSUMOS	30,69 m2	2,44m	74,88m3
LAVANDERIA	3,19 m2	2,44m	7,78m3
AREA FUMADORES	27,13 m2	2,50m	67,83m3
BAÑO HOMBRES	6,61 m2	2,44m	16,13m3
COCINA	21,3 m2	2,44m	51,97m3

ILUSTRACIÓN 51: LEVANTAMIENTO DE ÁREAS DE CADA SECTOR DEL RESTAURANTE PARA IDENTIFICAR QUÉ TIPO DE EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN ES EL MÁS OPTIMO

ZONA / COMEDOR		ÁREA (M ²)	ALTURA (M)	VOLUMEN (M ³)	CARACTERÍSTICA PRINCIPAL
	Comedor 1	23,10	2,40	73,92	Entrada del Local
	Comedor 2	45,24	2,60	117,62	Salón de Eventos (Escenario)
	Comedor 3	60,51	2,44	147,64	Salida a Zona Fumadores
TOTAL PROYECTO		128,85	-	339,18	3 Zonas Climatizadas

ILUSTRACIÓN 52: TABLA DE LAS 3 ZONAS CRÍTICAS QUE SE DESEA INTERVENIR, DEFINIENDO SUS ÁREAS Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA DETERMINAR CON MÁS CLARIDAD QUE EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN TIPO PISO CIELO ES EL MÁS ADECUADO PARA EL MISMO.

La configuración seleccionada considera tres unidades cassette piso-cielo ANWO Inverter, distribuidas por zonas de comedor, con potencias de 12.000 BTU/h, 24.000 BTU/h y 36.000 BTU/h, respectivamente, permitiendo una climatización sectorizada y un control independiente por espacio. Esta distribución responde a las áreas y características de cada recinto, logrando una capacidad total instalada de 72.000 BTU/h, adecuada para cubrir la demanda térmica del establecimiento.

CONFIGURACIÓN SELECCIONADA

Distribución de equipos Cassette Piso-Cielo por zona

ANWO INVERTER

3 Unidades Independientes

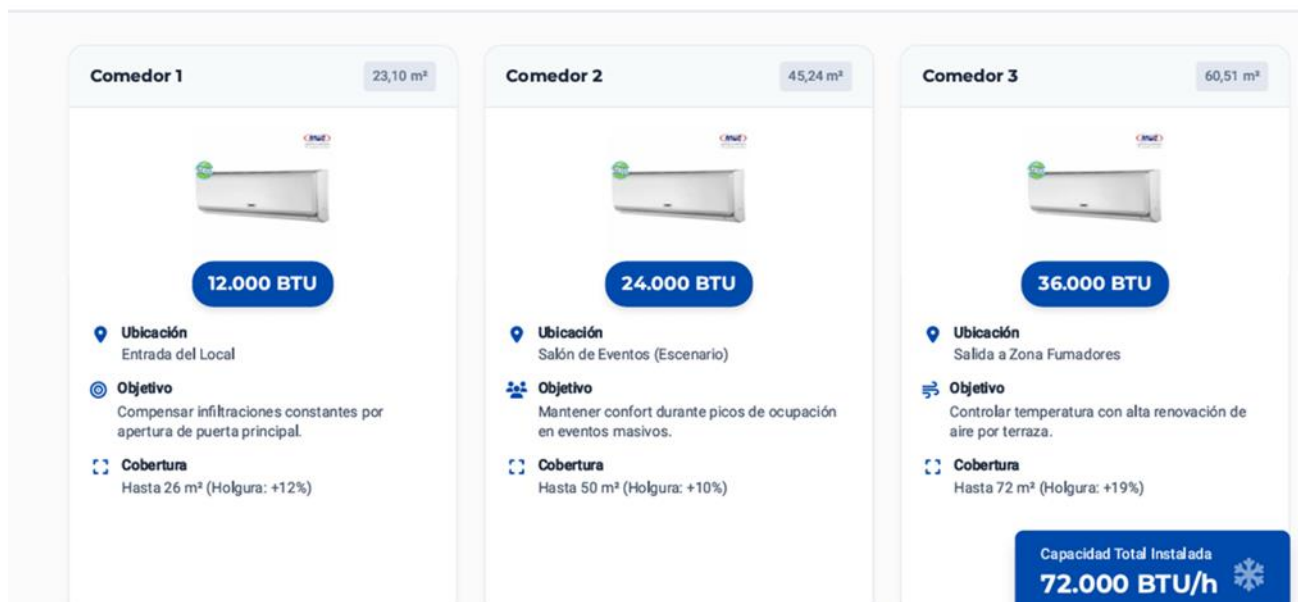


ILUSTRACIÓN 53: DESIGNACIÓN DE EQUIPO DE CASSETTE TIPO PISO CIELO CON DIFERENTES POTENCIAS DEPENDIENDO LA NECESIDAD QUE REQUIERE CADA SECTOR.

Cada venta del equipo de climatización viene con instalación incluida.

KIT DE INSTALACIÓN INCLUIDO

Componentes y accesorios para una implementación profesional

TODO INCLUIDO

Sin Costos Ocultos

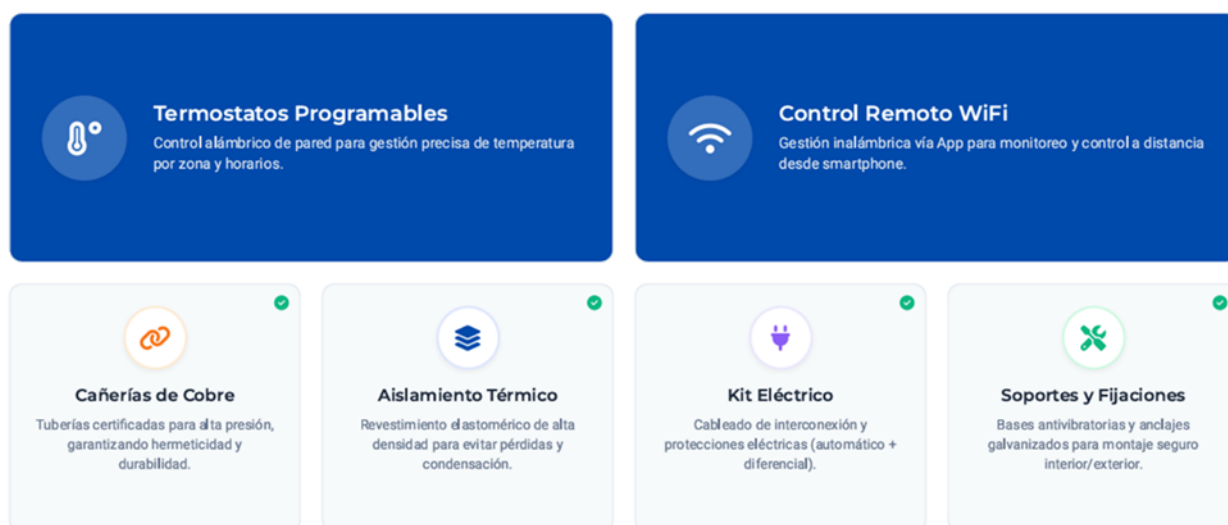


ILUSTRACIÓN 54: KIT DE INSTALACIÓN INCLUIDA.

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTOS.

6. PRESUPUESTOS

6.1 Presupuesto de equipos de climatización y mantención.

La imagen presenta la cotización del sistema de climatización seleccionado, correspondiente a equipos Split Piso-Cielo Inverter marca ANWO, incluyendo suministro de equipos e instalación para el restaurante El Rincón del Abuelo, ubicado en Talcahuano. La propuesta considera tres unidades de 12.000, 24.000 y 36.000 BTU/h, con instalación individual por equipo.

Los valores se presentan bajo modalidad de precios mixtos, donde los equipos incluyen IVA y la instalación se encuentra exenta. El costo total del sistema instalado asciende a \$3.797.880 CLP, constituyendo la inversión necesaria para implementar la solución de climatización propuesta.

COTIZACIÓN: SPLIT PISO-CIELO INVERTER

Propuesta con valores verificados en distribuidores oficiales

PRECIOS MIXTOS

(Equipos c/IVA - Instalación Exenta)

PROYECTO

Venta e Instalación de Aire Acondicionado

DIRECCIÓN

Vareda 40, esq. Benavente, Talcahuano, Comuna Hualqui

CLIENTE

Restaurante "El Rincón del Abuelo"

CÓDIGO	ÍTEM / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U. (CLP)	TOTAL (CLP)
ANWO-12K-SPC	 Split Piso-Cielo Inverter 12.000 BTU C/IVA	UN	1	\$879.990	\$879.990
INST-12K	 Instalación Equipo 12.000 BTU (S/IVA)	GL	1	\$200.000	\$200.000
ANWO-24K-SPC	 Split Piso-Cielo Inverter 24.000 BTU C/IVA	UN	1	\$977.900	\$977.900
INST-24K	 Instalación Equipo 24.000 BTU (S/IVA)	GL	1	\$200.000	\$200.000
ANWO-36K-SPC	 Split Piso-Cielo Inverter 36.000 BTU C/IVA	UN	1	\$1.289.990	\$1.289.990
INST-36K	 Instalación Equipo 36.000 BTU (S/IVA)	GL	1	\$250.000	\$250.000

Subtotal Equipos (Inc. IVA 19%) \$3.147.880

Subtotal Instalaciones (Exento) \$650.000

TOTAL FINAL \$3.797.880

*Precios verificados en Benfe/Isafor. Sujeto a stock y cambios sin previo aviso.

ILUSTRACIÓN 55: PRESUPUESTO EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN ADOPTADO, PROPUESTA DE SOLUCIÓN COMPLEMENTARIA AL CAMBIO DE REVESTIMIENTO INTERIOR DE COMEDORES PARA CLIENTES DEL RESTAURANTE "EL RINCÓN DEL ABUELO".

Mantenimiento anual de equipos de climatización

Cada equipo de climatización instalado requiere un mantenimiento preventivo anual, con el objetivo de asegurar su correcto funcionamiento, mantener la eficiencia energética y prolongar su vida útil. Este mantenimiento contempla labores de limpieza profunda, revisión mecánica, verificación del circuito de refrigeración y control eléctrico, permitiendo prevenir fallas, optimizar el rendimiento del sistema y garantizar condiciones adecuadas de confort térmico durante todo el año



ILUSTRACIÓN 56: VALOR DE MANTENIMIENTO ANUAL POR LOS 3 EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN.

La climatización propuesta permite mantener condiciones de confort térmico estables, cumpliendo con la normativa del MOP (18–22 °C y control de humedad), eliminando zonas de inconfort y mejorando la calidad del ambiente interior. Esto se traduce en una mejor experiencia para los clientes, mayor productividad del personal y una reducción significativa de quejas térmicas, junto con una mejora en la calidad del aire y el bienestar general del recinto

6.2 PRESUPUESTO DE MEJORA A LA ENVOLVENTE TÉRMICA SEGÚN LA SOLUCIÓN ADOPTADA (MINVU ED/12)

Presupuesto total (obra vendida)				
Q total muros (m²)	182,55			
Partida	PU Neto (\$/m²)	Total Neto (\$)	PU c/IVA (\$/m²)	Total c/IVA (\$)
1) Protección y preparación del área	2.606	475.725	3.101	566.088
2) Retiro revestimiento interior existente (1 maestro + 2 ayudantes)	6.880	1.255.944	8.187	1.494.537
3) Retiro + transporte + pago botadero (1 maestro + 2 ayudantes)	6.144	1.121.587	7.311	1.334.623
4) Refuerzo estructura existente (madera 2x3) (no tabique nuevo)	4.036	736.772	4.803	876.788
5) Colocación aislación térmica 50 mm	5.534	1.010.232	6.585	1.202.092
6) Colocación revestimiento nuevo yeso-cartón 12,5 mm	8.459	1.544.190	10.066	1.837.548
7) Tratamiento juntas: huincha + masilla + lijado	4.274	780.219	5.086	928.449
8) Pintura interior (sellador + 2 manos)	4.540	828.777	5.403	986.318
9) Limpieza final y entrega	2.356	430.088	2.804	511.870
TOTAL GENERAL NETO	2.356	8.183.522	0	9.738.391
IVA (19%)		1.554.869		0
TOTAL GENERAL c/IVA (19%)				9.738.391

ILUSTRACIÓN 57: PRESUPUESTO DE MEJORA A LA ENVOLVENTE TERMICA.

Datos base del cálculo				
Áreas corroboradas (Informe vs Plano)				
Sector	Área (m ²)	Altura (m)	Factor vanos	Muros (m ²)
Comedor 1	23,10	2,44	0,90	52,01
Comedor 2	45,24	2,44	0,90	62,21
Comedor 3	60,51	2,44	0,90	68,33
TOTAL Q				182,55
Parámetros obra vendida				
Parámetro	Valor			
Maestro (\$/HD)	60.000			
Ayudante (\$/HD)	30.000			
Leyes sociales	0,45			
Desgaste herramientas	0,03			
GG	0,10			
Utilidad	0,10			
IVA	0,19			

ILUSTRACIÓN 58: DATOS BASE CÁLCULOS.

1-Proteccion y preparación del área.

APU – 1) Protección y preparación del área					
ITEM	P. UNITARIO				2.606
UNIDAD	m² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Plástico protector + cinta (prorr.)	gl	0,10	2.000	200
2	Cartón/papel protección (prorr.)	gl	0,10	1.500	150
Total A					350
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	2.090	63
Total B					63
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1º	HD	0,010	60.000	600
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					1.200
Leyes sociales (0,45)				0,45	540
Total C					1.740
Costo Directo (A+B+C)					2.153
GG (10%)					215
Utilidad (10%)					237
PU Neto (obra vendida)					2.606
Total partida neto (= PU x Q)					475.725

ILUSTRACIÓN 59: APU (PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL ÁREA)

2-Retiro revestimiento interior existente

APU – 2) Retiro revestimiento interior existente (1 maestro + 2 ayudantes)					
ITEM	P. UNITARIO				6.880
UNIDAD	m ² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Bolsas/consumibles retiro (prorr.)	gl	0,20	1.500	300
Total A					300
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	5.520	166
Total B					166
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1°	HD	0,020	60.000	1.200
2	Ayudante 1	HD	0,040	30.000	1.200
3	Ayudante 2	HD	0,040	30.000	1.200
Subtotal MO					3.600
Leyes sociales (0,45)				0,45	1.620
Total C					5.220
Costo Directo (A+B+C)					5.686
GG (10%)					569
Utilidad (10%)					625
PU Neto (obra vendida)					6.880
Total partida neto (= PU × Q)					1.255.944

ILUSTRACIÓN 60: APU RETIRO REVESTIMIENTO INTERIOR EXISTENTE.

3-Retiro + transporte + pago botadero (1 maestro + 2 ayudantes)

APU – 3) Retiro + transporte + pago botadero (1 maestro + 2 ayudantes)					
ITEM	P. UNITARIO				6.144
UNIDAD	m ² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Bolsas escombros (prorr.)	gl	0,30	1.500	450
2	Pago botadero (prorr.)	gl	1,00	600	600
3	Transporte/acarreo (prorr.)	gl	1,00	400	400
Total A					1.450
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	4.930	148
Total B					148
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m ²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1°	HD	0,010	60.000	600
2	Ayudante 1	HD	0,030	30.000	900
3	Ayudante 2	HD	0,030	30.000	900
Subtotal MO					2.400
Leyes sociales (0,45)				0,45	1.080
Total C					3.480
Costo Directo (A+B+C)					5.078
GG (10%)					508
Utilidad (10%)					559
PU Neto (obra vendida)					6.144
Total partida neto (= PU x Q)					1.121.587

ILUSTRACIÓN 61: APU(RETIRO + TRANSPORTE + PAGO BOTADERO (1 MAESTRO + 2 AYUDANTES))

4-Refuerzo estructura existente (madera 2x3) (no tabique nuevo)

APU – 4) Refuerzo estructura existente (madera 2x3) (no tabique nuevo)					
ITEM	P. UNITARIO				4.036
UNIDAD	m ² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Madera refuerzo + fijaciones (prorr.)	gl	1,00	1.280	1.280
Total A					1.280
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	3.238	97
Total B					97
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m ²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1º	HD	0,015	60.000	900
2	Ayudante	HD	0,015	30.000	450
Subtotal MO					1.350
Leyes sociales (0,45)				0,45	608
Total C					1.958
Costo Directo (A+B+C)					3.335
GG (10%)					333
Utilidad (10%)					367
PU Neto (obra vendida)					4.036
Total partida neto (= PU x Q)					736.772

ILUSTRACIÓN 62: APU REFUERZO ESTRUCTURA EXISTENTE (MADERA 2X3)

5-Colocación aislación térmica 50 mm

APU – 5) Colocación aislación térmica 50 mm					
ITEM	P. UNITARIO				5.534
UNIDAD	m ² (muros interiores)		Q	182,55	
A MATERIALES					
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Lana mineral/vidrio 50 mm (incl. 5% merma)	m ²	1,05	2.125	2.231
Total A					2.231
B MÁQUINAS Y EQUIPO					
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	4.406	132
Total B					132
C MANO DE OBRA					
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m ²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1°	HD	0,015	60.000	900
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					1.500
Leyes sociales (0,45)				0,45	675
Total C					2.175
Costo Directo (A+B+C)					4.538
GG (10%)					454
Utilidad (10%)					499
PU Neto (obra vendida)					5.534
Total partida neto (= PU × Q)					1.010.232

ILUSTRACIÓN 63: APU(COLOCACI3N AISLACI3N T3RMICA 50 MM)

6-Colocación revestimiento nuevo yeso-cartón 12,5 mm

APU – 6) Colocación revestimiento nuevo yeso-cartón 12,5 mm					
ITEM	P. UNITARIO				8.459
UNIDAD	m ² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Yeso-cartón 12,5 mm (incl. 5% merma)	m ²	1,05	3.819	4.010
2	Tornillos volcanita (10 un/m ²)	un	10,00	8,00	80
3	Fijaciones menores (prorr.)	gl	1,00	80,00	80
Total A					4.170
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	6.780	203
Total B					203
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m ²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1º	HD	0,020	60.000	1.200
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					1.800
Leyes sociales (0,45)				0,45	810
Total C					2.610
Costo Directo (A+B+C)					6.984
GG (10%)					698
Utilidad (10%)					768
PU Neto (obra vendida)					8.459
Total partida neto (= PU × Q)					1.544.190

ILUSTRACIÓN 64: APU(6-COLOCACI3N REVESTIMIENTO NUEVO YESO-CART3N 12,5 MM)

7-Tratamiento juntas: huincha + masilla + lijado

APU – 7) Tratamiento juntas: huincha + masilla + lijado					
ITEM	P. UNITARIO				4.274
UNIDAD	m² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Masilla juntas (0,35 kg/m²)	kg	0,35	734	257
2	Huincha/cinta juntas (1 m/m²)	m	1,00	53,82	54
3	Lija/consumibles (prorr.)	gl	1,00	63,00	63
Total A					374
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	3.419	103
Total B					103
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1°	HD	0,025	60.000	1.500
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					2.100
Leyes sociales (0,45)				0,45	945
Total C					3.045
Costo Directo (A+B+C)					3.521
GG (10%)					352
Utilidad (10%)					387
PU Neto (obra vendida)					4.274
Total partida neto (= PU × Q)					780.219

ILUSTRACIÓN 65: APU(7-TRATAMIENTO JUNTAS: HUINCHA + MASILLA + LIJADO)

8-Pintura interior (sellador + 2 manos)

APU – 8) Pintura interior (sellador + 2 manos)					
ITEM	P. UNITARIO				4.540
UNIDAD	m² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Sellador + pintura interior (econ.)	m²	1,00	987	987
2	Rodillo/bandeja/cinta (prorr.)	gl	1,00	120	120
Total A					1.107
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	3.717	112
Total B					112
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1º	HD	0,020	60.000	1.200
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					1.800
Leyes sociales (0,45)				0,45	810
Total C					2.610
Costo Directo (A+B+C)					3.829
GG (10%)					383
Utilidad (10%)					421
PU Neto (obra vendida)					4.540
Total partida neto (= PU x Q)					828.777

ILUSTRACIÓN 66: APU(8-PINTURA INTERIOR (SELLADOR + 2 MANOS))

9-Limpieza final y entrega

APU – 9) Limpieza final y entrega					
ITEM	P. UNITARIO				2.356
UNIDAD	m² (muros interiores)		Q	182,55	
A	MATERIALES				
ITEM	MATERIAL	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Aseo final (bolsas/insumos prorr.)	m²	1,00	150	150
Total A					150
B	MÁQUINAS Y EQUIPO				
ITEM	DESIGNACIÓN	UNID	CANT	P.UNIT	P.TOTAL
1	Desgaste herramientas (3% s/ A+C)	%	0,03	1.890	57
Total B					57
C	MANO DE OBRA				
ITEM	CARGO	UNID	REND (HD/m²)	P.UNIT	P.TOTAL
1	Maestro 1º	HD	0,010	60.000	600
2	Ayudante	HD	0,020	30.000	600
Subtotal MO					1.200
Leyes sociales (0,45)				0,45	540
Total C					1.740
Costo Directo (A+B+C)					1.947
GG (10%)					195
Utilidad (10%)					214
PU Neto (obra vendida)					2.356
Total partida neto (= PU × Q)					430.088

ILUSTRACIÓN 67: APU (LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA)

7. CONCLUSIONES

El presente proyecto permitió diagnosticar el comportamiento térmico del restaurante “El Rincón del Abuelo”, ubicado en la localidad de Talcamávida, identificando deficiencias en la envolvente térmica del edificio que afectan directamente las condiciones de confort interior para clientes y trabajadores.

Mediante mediciones instrumentales realizadas con termohigrómetro entre el 14 y el 22 de noviembre, se registraron temperaturas interiores entre 31 °C y 33,6 °C en sectores de alta ocupación como comedor 1, comedor 2 y comedor 3, valores que superan ampliamente el rango de confort térmico recomendado por la Guía Técnica de Apoyo N°7 del Ministerio de Obras Públicas, que establece temperaturas interiores óptimas entre 18 °C y 22 °C. Estas condiciones evidencian un escenario de sobrecalentamiento interior y Problemas de confort térmico en los espacios de atención al público.

Las mediciones exteriores evidenciaron temperaturas entre 33 °C y 37 °C, mientras que el análisis climático de la zona demuestra que durante el verano Talcamávida puede alcanzar temperaturas cercanas a 40 °C, y en invierno descender hasta valores próximos a 0 °C. Estas condiciones climáticas extremas influyen directamente en el comportamiento térmico del restaurante, intensificando el calor en verano y el frío en invierno.

A partir del levantamiento arquitectónico y del análisis del estado actual del recinto, se evidenció una escasez de aislación térmica en los muros perimetrales, lo que favorece la acumulación de calor en verano y la pérdida de temperatura en invierno, generando ambientes interiores poco confortables para los usuarios.

En respuesta a este diagnóstico, se desarrolló una propuesta de mejora basada en una solución constructiva validada por el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (LOSCAT ED12, 2024), que incorpora aislación de lana mineral de 50 mm y revestimiento interior de yeso-cartón

de 12,5 mm en los comedores del restaurante, con el objetivo de mejorar el comportamiento térmico de la envolvente.

Complementariamente, se propone la implementación de un sistema de climatización tipo cassette piso-cielo, el cual permite distribuir el aire de manera uniforme en los espacios de mayor ocupación, contribuyendo a mantener condiciones térmicas adecuadas durante todo el año.

En conjunto, la mejora de la envolvente térmica y la incorporación de un sistema de climatización eficiente permiten reducir el impacto de las temperaturas extremas características de Talcamávida, mejorar el confort interior del restaurante y optimizar las condiciones ambientales para clientes y trabajadores.

7.1 Referencias bibliográficas

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2024).

Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico ED/12.

Gobierno de Chile.

Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Guía Técnica de Apoyo N°7: Eficiencia Energética y Confort Térmico en Edificaciones.

Instituto Nacional de Normalización (INN).

NCh853: Acondicionamiento térmico – Transmitancia térmica de elementos constructivos.

Instituto Nacional de Normalización (INN).

NCh789: Aislación térmica en edificaciones – Terminología y requisitos.

ASHRAE.

ASHRAE Standard 55

Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

7.2 ANEXOS

MINVU – Soluciones constructivas ED/12

<https://energia.gob.cl>

Normas técnicas INN

<https://www.inn.cl>

Ministerio de Obras Públicas – Guías técnicas

<https://www.mop.cl>

ASHRAE Standard 55

<https://www.ashrae.org>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

<https://www.minvu.cl>