



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

**Establecimiento de Estándares de Desempeño Ambiental y Energético para
Residencias de Lactantes Chilenas Ubicadas en Climas Templados
Oceánicos.**

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

AUTOR: Arq. Miguel Ángel Pino Quilodrán

PROFESOR GUÍA: PhD. Ariel Bobadilla Moreno

CONCEPCIÓN, 30 de Marzo 2016

Índice

Resumen.....	7
Abstract	8
Capítulo 1. Introducción.....	9
1.1 Presentación	9
1.2 Objetivo General.....	11
1.3 Objetivos Específicos	11
1.4 Metodología.....	12
1.5 Etapas de la Investigación.....	13
1.6 Muestras y Procedimientos Considerados	14
Capítulo 2. Condiciones de Habitabilidad Interior en Residencias de Lactantes	15
2.1 Aspectos Involucrados	15
2.1.1 Tipos de usuarios.....	15
2.1.2 Rutinas de ocupación recintos habitables	16
2.1.3 Características climáticas	17
2.1.4 Confort ambiental	20
2.2 Problemas de Habitabilidad y Desempeño Energético-Ambiental al Interior de Residencias de Lactantes.....	23
2.2.1 Condiciones físicas de los recintos habitables.	24
2.2.2 Factores de ocupación de recintos habitables.....	26
2.2.3 Necesidades de funcionamiento	28
Capítulo 3. Modalidades Usuales para Residencias de Lactantes.....	29

3.1	Aspectos Funcionales.....	30
3.1.1	Orientaciones técnicas de atendimento	30
3.1.2	Utilización de recintos.....	31
3.1.3	Rutinas de ocupación	32
3.1.4	Envolvente térmica de edificaciones.....	33
3.1.5	Calidad del aire y ventilación de recintos interiores	34
3.1.6	Demanda y consumo energético.....	35
3.1.7	Consideraciones a los aspectos funcionales presentados	36
3.2	Tipologías Referenciales Similares a Residencias de Lactantes	37
3.2.1	Sala Cuna Junta Nacional de Jardines Infantiles	37
3.2.2	Sala Cuna Fundación Integra.....	38
3.2.3	Instituciones de atendimento hospitalario con estadía.....	40
3.3	Leyes y Normativas Locales Atingentes	42
3.3.1	Decreto 393-2010. Ministerio de Educación.....	42
3.3.2	Decreto 594-1999. Ministerio de Salud	42
3.3.3	Norma NCh853.Of91	43
3.3.4	Norma NCh1079.2008.....	43
3.4	Leyes y Normativas internacionales Atingentes	44
3.4.1	ASHRAE 55-2004.....	44
3.4.2	ISO 7730-1984	45
3.4.3	UNE EN 13779-2008.....	47
3.4.4	Real Decreto 1027/2007	47

3.5	Referentes de Calidad Ambiental Interior Locales e Internacionales.....	49
3.5.1	Proyecto Innova CORFO. CITEC, Universidad del Bío -Bío.....	49
3.5.2	Certificación EPB (Energy Performance of Buildings)	54
3.5.3	Estándar PassivHaus.....	57
3.6	Referentes Tipológicos Internacionales.....	60
3.6.1	Guardería infantil – Nivelles, Bélgica.....	60
3.6.2	Guardería infantil – Heidenau, Alemania.....	64
3.7	Resumen del Estado del Arte.....	68
Capítulo 4. Caracterización de los Casos de Estudio		70
4.1	Caso N°1: Residencia de Lactantes Arrullo – Concepción.....	72
4.1.1	Identificación del edificio y entorno.....	72
4.1.2	Condiciones climáticas de Concepción	75
4.1.3	Descripción general de R.L. Arrullo	76
4.1.4	Tipología constructiva R.L. Arrullo	76
4.1.5	Instalaciones sistema de calefacción y ventilación forzada R.L. Arrullo	77
4.2	Caso N°1: Residencia de Lactantes Belén – Temuco	78
4.2.1	Identificación del edificio y entorno.....	78
4.2.2	Condiciones climáticas de Temuco	81
4.2.3	Descripción general de R.L. Belén	81
4.2.4	Tipología constructiva R.L. Belén	81
4.2.5	Instalaciones sistema de calefacción R.L. Belén.....	82
4.3	Caso N°3: Sala Cuna Rucalaf - Villarrica	83

4.3.1	Identificación del edificio y entorno.....	83
4.3.2	Condiciones climáticas de Villarrica	86
4.3.3	Descripción general de S.C. Rucalaf	86
4.3.4	Tipología constructiva S.C. Rucalaf.....	86
4.3.5	Instalaciones sistema de calefacción S.C.Rucalaf.....	87
Capítulo 5. Evaluación de Desempeño de Recintos		88
5.1	Metodología para Evaluación de Desempeño de Recintos	88
5.1.1	Medición de indicadores de “Confort Higrotérmico”	88
5.1.2	Medición de indicador “Calidad del Aire”	90
5.1.3	Medición de indicador “Demanda Energética”	90
5.1.4	Medición de indicador “Percepción de Usuarios”	94
5.2	Análisis de los Resultados	95
5.2.1	Temperatura Interior recintos habitables en estudio.....	96
5.2.2	Humedad Relativa del Aire Interior recintos habitables en estudio.....	98
5.2.3	Niveles de CO ² Interior recintos habitables en estudio.	101
5.2.4	Demanda Energética recintos habitables en estudio.	103
5.2.5	Percepción de la calidad ambiental interior de los casos de estudio.	104
Capítulo 6. Estándares de Desempeño y Estrategias para Alcanzarlos		106
6.1	Estándares de desempeño ambiental interior	107
6.2	Estrategias de Calentamiento	108
6.3	Estrategias de Enfriamiento.....	108
6.4	Estrategias de Ventilación.....	109

Capítulo 7. Conclusiones	111
7.1 Conclusiones Generales	111
7.1.1 Aspectos tipológicos.....	111
7.1.2 Aspectos de calidad ambiental.....	112
7.1.3 Aspectos de desempeño energético	114
7.2 Aspectos Faltantes	114
7.3 Posibles Pesquisas Futuras.....	115
Referencias Bibliográficas	116
Glosario	124
Anexos.....	129

Resumen

Las residencias de lactantes chilenas ubicadas en régimen de clima templado oceánico exigen condiciones permanentes de confort higrotérmico y calidad interior del aire para conservar el equilibrio homeostático de los usuarios; debiendo considerar las variables climáticas diarias y estacionales así como la diferencia metabólica entre usuarios infantes y funcionarios adultos. Los parámetros actuales de calidad ambiental interior en recintos habitables de esta tipología están basados en regímenes de ocupación estacionarios y necesidades metabólicas de adultos, provocando alteraciones en la salud y en el correcto desarrollo fisiológico de los usuarios lactantes atendidos; siendo necesario determinar qué parámetros de calidad ambiental interior son pertinentes para el funcionamiento de recintos habitables para lactantes.

Basado en condiciones de habitabilidad interior bajo regímenes de ocupación similares de referentes locales e internacionales, se obtuvieron parámetros referenciales para proceder a analizar las variables obtenidas de 3 casos de estudio; cuyas condiciones de funcionamiento bajo clima templado oceánico permitieron comparar el desempeño ambiental de recintos ocupados por lactantes en relación a la percepción de la calidad ambiental interior de funcionarios adultos, así como realizar la simulación de la demanda energética necesaria para la alcanzar estos parámetros.

Se proponen indicadores y parámetros de desempeño para estándares de confort higrotérmico y calidad del aire interior tanto para recintos habitables de ocupación permanente como periódicas, a ser ocupadas por infantes. Se concluye con la necesidad de fortalecer las condiciones de ventilación pasiva necesarias para el adecuado atendimento de lactantes bajo clima templado oceánico.

Palabras claves: Confort higrotérmico – Clima templado oceánico – residencia de lactantes – homeostasis – Calidad del ambiente interior.

Abstract

Chilean nursing homes located in temperate oceanic regime require permanent conditions of hygrothermal comfort and indoor air quality to maintain the homeostatic balance of users; must consider the daily and seasonal climatic variables as well as metabolic difference between infants and adults users. The current indoor air quality parameters in liveable rooms of this type are based on stationary occupation regimes and metabolic needs for adults, causing alterations in health and the correct physiological development of infant users; it is necessary to determine which indoor environmental parameters of quality are relevant for the operation of liveable areas for infants.

Living condition – based of internal spaces under similar occupation to local from international reference systems, were obtained reference parameters to proceed to analyse indicators obtained from 3 case studies; whose operate under temperate oceanic conditions, allows to compare the environmental performance of precincts occupied by infants in relation to the adults perception of the indoor environmental quality, as well as proceed the simulation of energy demand needed to achieve this standard.

Indicators and performance parámetros for hygrothermal comfort standards and indoor air quality in both permanent as periodic occupation inhabitable areas to be used by infants are proposed. It concludes with the need to strengthen passive ventilation conditions necessary for the proper attendance of infants under temperate oceanic climate.

Keywords: hygrothermal comfort – oceanic template climate – public infant nursery – homeostasis –indoor environmental quality.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Presentación

Las Residencias de Lactantes son inmuebles administrados por el Servicio Nacional de Menores (SENAME) - institución gubernamental dependiente del Ministerio de Justicia - las cuales tienen por función entregar atención personalizada de alimentación, vivienda y terapias de estimulación a niños y niñas; en condiciones de salubridad, seguridad, ventilación, iluminación, calefacción y equipamiento adecuados durante el periodo necesario establecido por ley¹. Por sus características de funcionamiento, requieren alto grado de especialización en su modelo de gestión, basado en actividades de estimulación enfocadas en el atendimento de lactantes. De acuerdo a la categorización del SENAME, se considera “Lactante” a niños y niñas entre 0 a 24 meses. A diferencia de otras instituciones que atienden a lactantes, ésta requiere funcionar con rutinas de ocupación interior en condiciones de confort ambiental las 24 horas del día; exigiendo importante demanda energética para entregar la atención de calidad señalada en sus estatutos.

La mayor cantidad de usuarios se encuentra entre las Regiones del Biobío y Araucanía, donde la Institución cuenta con dos Centros de Administración Directa y otros entregados a la administración de instituciones colaboradoras del SENAME. Las edificaciones de estas regiones se encuentran afectas a condiciones climáticas caracterizadas por presentar considerables variaciones térmicas diarias y estacionales, propio de zonas climáticas templadas oceánicas - con inviernos húmedos y veranos suaves² - requiriendo controlar pérdidas y ganancias energéticas por medio de la envolvente de los edificios.

¹ **MINISTERIO DE JUSTICIA**. Servicio Nacional de Menores. (En línea) <http://www.sename.cl> (consulta: 24 septiembre 2015)

² De acuerdo a *clasificación climática de Köppen-Geiger*.

En la última década, el Estado chileno ha demostrado su preocupación por atender las necesidades actuales de sustentabilidad y eficiencia ambiental tanto en edificaciones residenciales como en infraestructura pública, especialmente para mitigar los efectos del elevado aumento del consumo nacional de “utilities”³ y la falta de planificación en la disponibilidad de matriz energética que el país requiere; para lo cual ha desarrollado – junto con el sector privado y académico - un conjunto de normativas de acondicionamiento ambiental para ser aplicados en la elaboración de nuevas edificaciones, con el propósito de contar con soluciones constructivas más eficientes en el consumo energético y la entrega de condiciones de confort a sus ocupantes. Complementando estas acciones, el Ministerio de Obras Públicas – institución encargada de la ejecución de infraestructura estatal en Chile – ha encargado la elaboración de una serie de manuales y guías de diseño pasivo / eficiencia energética a ser aplicadas como términos de referencia en las licitaciones de diseño y ejecución de edificaciones administradas por el estado. Sin embargo, dada la complejidad en el funcionamiento y gestión de ocupación de las diversas edificaciones públicas, sólo se cuenta con recomendaciones generales para su aplicación; debiendo considerar un estudio más detallado para entregar una solución eficiente para cada caso.

En el caso de los centros gestionados con recursos del Servicio Nacional de Menores, es frecuente y constante la necesidad de ampliaciones, rehabilitaciones y adecuaciones de infraestructura de sus edificaciones; junto con lo cual se presentan situaciones en las cuales la atención niños y niñas en régimen de protección es entregada en concesión a organizaciones no gubernamentales, bajo mínimas condiciones de habitabilidad e instrumentos de fiscalización. Ante este escenario, se considera pertinente la necesidad de contar con herramientas técnicas que aseguren el cumplimiento de condiciones de habitabilidad interior para Residencias de Lactantes chilenas, para lo cual la presente investigación pretende analizar los recintos utilizados por los lactantes, para establecer condiciones de equilibrio para su funcionamiento basado en parámetros de

³ *Utilities*: Anglicismo referido a bienes y servicios de energía y agua potable

confort higrotérmico y calidad del aire. Igualmente, se pretende analizar la demanda energética necesaria para el acondicionamiento ambiental interno de los recintos habitables, revisando para aquello las condiciones físicas de la envolvente y las ganancias de calor entregadas tanto por las condiciones climáticas de orientación como por la forma del edificio. Se estudiarán casos de estudio para observar el comportamiento del ambiente interior de éstos bajo parámetros de confort higrotérmico y calidad del aire, obteniendo respuestas que permitan proponer estándares y recomendaciones de diseño bajo criterios de eficiencia energética y calidad ambiental; generando instrumentos técnicos para entregar condiciones de habitabilidad que contribuyan en el desarrollo fisiológico de lactantes.

Hipótesis:

“La padronización de estándares de calidad ambiental para recintos interiores habitables en Residencias de Lactantes, entregará indicadores de confort higrotérmico que permitirán fiscalizar el cumplimiento de atención especializada exigida por ley; a la vez de mejorar la calidad de vida de sus usuarios, favorecer el eficiente desempeño energético del edificio y optimizar los recursos económicos para administración de su funcionamiento”.

1.2 Objetivo General

Establecer estándares y soluciones de diseño para mejorar el desempeño ambiental y energético de Residencias de Lactantes ubicadas en clima templado oceánico de Chile; en función de alcanzar físicamente coeficientes asociados a condiciones de confort higrotérmico y calidad del aire, necesarias para mantener el equilibrio homeostático de sus ocupantes.

1.3 Objetivos Específicos

1. Analizar **variables e indicadores de clima interior** en Residencias de Lactantes ubicadas en clima templado oceánico chileno.

2. Obtener **parámetros referenciales** de calidad ambiental interior para Residencias de Lactantes, mediante el estudio de normativas locales y estándares internacionales.
3. Identificar los **factores críticos de diseño pasivo y activo**, en función con la rutina de ocupación y los tipos de usuario de las Residencias de Lactantes.
4. Identificar y analizar los **estándares de desempeño ambiental y energético** requeridos por las Residencias de Lactantes según las condicionantes mencionadas anteriormente.
5. Definir **estrategias de diseño** para el cumplimiento de condiciones energéticas y ambientales de Residencias de lactantes, tanto para la elaboración de nuevos edificios, como para el mejoramiento de infraestructura existente.

1.4 Metodología

La investigación comienza con una revisión de las necesidades de funcionamiento de las residencias de lactantes relacionadas a condiciones de confort higrotérmico y calidad del aire; analizando tipologías similares, comparando con experiencia internacional, solicitudes indicadas por normativas relacionadas y a las características climáticas en la zona a estudiar. Tomando como referencia 3 casos de estudio ubicados en clima templado oceánico, se realizará monitoreo estacional de la calidad ambiental interior de los recintos más representativos, de manera que los resultados obtenidos aporten la información necesaria para el análisis de indicadores y el cruzamiento de informaciones en relación a la precepción de confort ambiental interior de los usuarios y a las necesidades de demanda energética de estos recintos.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis se propondrán parámetros referenciales para la elaboración de estándares de desempeño ambiental interior y energético necesarios para alcanzar la el equilibrio homeostático de los infantes usuarios de las residencias de lactantes.

- Revisar y **proponer estándares de desempeño ambiental y energético** para el funcionamiento de Residencias de lactantes, bajo las condiciones de habitabilidad interior descritas.

1.6 Muestras y Procedimientos Considerados

- Medición de indicadores de confort higrotérmico interior de 2 recintos habitables por cada caso en estudio:
 - Temperatura interior (°C).
 - Humedad Relativa del Aire (%).
 - Niveles de CO₂ (ppm).
- Aplicación de Encuesta de satisfacción de usuarios (adultos – funcionarios).
- Simulación de Demanda Energética de los recintos analizados, mediante software.

Capítulo 2. Condiciones de Habitabilidad Interior en Residencias de Lactantes

2.1 Aspectos Involucrados

2.1.1 Tipos de usuarios

Este tipo de centros presenta su principal característica en relación al tipo de usuario que debe ser atendido: infantes entre 0 y 24 meses de edad, que requieren ser atendidos por el Estado como medida de protección de sus derechos, dando cumplimiento a los acuerdos fundamentales establecidos por Naciones Unidas para la protección de la Infancia⁴. El atendimento especializado que requieren los lactantes es de responsabilidad de un equipo interdisciplinario de funcionarias de perfil profesional, técnico, soporte administrativo y personal auxiliar.⁵ Dependiendo del tipo de intervención que requieren los lactantes, es posible contar con la presencia temporal durante la jornada diurna de las madres o tutoras legales, con el propósito de complementar la estimulación temprana de formación que los usuarios requieren. A continuación se describen los usuarios.

a) Lactantes: Para efectos de este estudio, se utilizarán las categorías de lactantes propuestas por Malchaire & Durieux (1995) relacionada a las características de movilidad y su consecuencia en el metabolismo basal de los lactantes, para lo cual se identifican tres grupos: “Inmóviles”, de 0 a 6 meses de edad; “Gateadores”⁶, entre 7 y 11 meses y “Caminantes”. Esta diferenciación es fundamental para analizar las condiciones homeostáticas de los lactantes en relación a la superficie de contacto en la que interactúan con la edificación.

⁴ United Nation International Children’s Emergency Found: *Convention on the Rights of the Child*. 1959. Ésta fue ratificada por el Estado de Chile el año 1990, posterior a la Convención de Derechos del Niño.

⁵ SERVICIO NACIONAL DE MENORES. 2010. *Bases Técnicas – Líneas de acción Centros Residenciales. Modalidad Residencias de protección para Lactantes y Pre – Escolares.*

⁶ Gatear: (engl.:crawling), arrastrarse, andar apoyando manos y rodillas en suelo.

b) Funcionarios: La operación y funcionamiento de los centros de lactantes está a cargo de un equipo interdisciplinario, profesional, técnico, soporte administrativo y personal auxiliar (Servicio Nacional de Menores, 2010) dentro de este equipo, es fundamental la labor que desempeñan las ETD⁷, ya que son quienes tienen contacto directo con los infantes, debiendo contar con una dotación mínima de 1 por cada 6-8 niños/as en sistema de tres turnos diarios de ocho horas cada uno además de considerar la necesidad de cuidadores estables en jornada diurna y vespertina.

2.1.2 Rutinas de ocupación recintos habitables

Para dar cumplimiento a las obligaciones descritas por ley, cada centro cuenta con recintos adecuados a las necesidades específicas que deben ser atendidas, tales como: Salas de mudas, Dormitorios, Salas de actividades y de estimulación, en conjunto con las dependencias funcionales para alimentación y condiciones sanitarias.

Un aspecto singular que caracteriza el funcionamiento de las Residencias de Lactantes, está relacionado con el período de ocupación continuo que debe ofrecer a los usuarios: 24 horas del día y los 365 días del año.

La cantidad de usuarios que atienden estos centros fluctúa entre 65 y 85 Lactantes por centro, con un número aproximado de 30-35 funcionarios en jornada diurna y 10-15 funcionarios en jornada nocturna⁸. Dentro de este equipo, es fundamental la labor que desempeñan las ETD, siendo ellas quienes tienen contacto directo con los infantes, debiendo contar con una dotación mínima de 1 por cada 6-8 niños/as en sistema de turnos y considerando la necesidad de cuidadores estables en jornada diurna y vespertina.

En relación a la ocupación y permanencia de usuarios al interior de recintos habitables destacan dos mayormente utilizados:

⁷ **E.T.D.:** Educadoras de trato directo – SENAME.

⁸ **Fuente:** Servicio Nacional de Menores.

a) Dormitorios, que para el caso de los grupos etarios menores de usuarios son denominadas “Sala Cunas”, que presentan la mayor presencia permanente y cantidad de usuarios, teniendo presencia permanente de funcionarias al cuidado de los bebés. Su ocupación es 24/7 (24 horas, 7 días de la semana).

b) Salas de actividades, ocupadas durante la jornada diurna para la formación psicomotriz de los usuarios, estimulación temprana y rutinas de alimentación. Su ocupación es 8/5 (8 horas, 5 días de la semana).

2.1.3 Características climáticas

Dado que la mayoría de las Residencias de Lactantes chilenas se localizan entre las regiones del Biobío y Araucanía, éstas son afectadas por la influencia de condiciones climáticas similares, asociadas al comportamiento de las temperaturas y precipitaciones, denominadas como Clima Templado/ Mesotermal ⁹ *Oceánico* y *Oceánico mediterráneo* (*Cfb* y *Csb*, respectivamente): situación propia de la Europa Occidental y el Sur de Chile. Las características que definen estos tipos de clima son: temperaturas medias en meses cálidos inferiores a 22 °C, superiores a 10 °C durante cuatro o más meses al año y con veranos suaves. La diferencia entre ambas la establece la frecuencia de precipitaciones, siendo propio del tipo “*f*” las precipitaciones con precipitaciones mínimas coincidente con el período de temperaturas más altas. Lo anterior conlleva también a condiciones de inercia térmica mayor durante el día.

⁹ Según *Clasificación Climática de Köppen –Geiger*.

De acuerdo a la zonificación climática habitacional para Chile, desarrollado en la Norma NCh 1079-2008, la clasificación preponderante para las regiones de Bío – Bío y Araucanía corresponde a las siguientes:

a) Zona Sur Litoral (6SL): Continuación de la zona CI desde Bío – Bío hasta Chiloé y Puerto Montt, Variable en anchura, penetrando por los valles de numerosos ríos que la cruzan. Zona de clima marítimo, lluvioso, inviernos largos. Suelo y ambiente salinos y húmedos. Vientos irregulares de componentes SO y N. Vegetación robusta. Temperatura templada a fría.

b) Zona Sur Interior (7SI): Continuación de zona CI desde Bío – Bío incluido, hasta la ensenada de Reloncaví y cordillera de los Andes por debajo de los 600 m. Zona lluviosa y fría con heladas frecuentemente. Veranos cortos de 4 a 5 meses con insolación moderada. Lagos y ríos numerosos, con microclimas. Vegetación robusta. Ambiente y suelo húmedo. Viento S y calma.

Dentro de la misma norma se establecen escalas de apreciación cualitativa de parámetros de temperatura media, humedad relativa y oscilación térmica diaria, expresadas en la siguiente tabla:



Figura N° 2: Zonas Climáticas de Chile.
 Fuente: NCh 1079 Of.2008 y
 TDRé DAMOP - 2011.

Tabla N° 1: Apreciación cualitativa de parámetros de temperatura media, oscilación diaria y Humedad Relativa. Elaboración propia con datos de NCh 1079 – 2008.

	Temperatura media	Oscilación diaria	Humedad Relativa
Rango	(T)	(OD)	(HR)
Muy Alta	$\geq 19^{\circ}\text{C}$	-	$> 80\%$
Alta	$19^{\circ}\text{C} \geq 17^{\circ}\text{C}$	$\geq 19^{\circ}\text{C}$	$80\% \geq 65\%$
Normal	$17^{\circ}\text{C} \geq 12^{\circ}\text{C}$	$14^{\circ}\text{C} \geq 9^{\circ}\text{C}$	$65\% \geq 45\%$
Baja	$12^{\circ}\text{C} \geq 7^{\circ}\text{C}$	$\leq 8^{\circ}\text{C}$	$45\% \geq 35\%$
Muy baja	$< 7^{\circ}\text{C}$	-	$< 35\%$

Los valores límites de Transmitancia térmica, factores solares de vanos y permeabilidad al aire para estas zonas climáticas son las siguientes:

Tabla N° 2: Valores de Transmitancia térmica máxima de envolvente y vanos, Factor solar modificado, Infiltraciones y Permeabilidad al aire de ventanas, para Zona SL y SI. Elaboración propia con datos de NCh 1079 – 2008 y TDR DAMOP - 2011.

	Zona 6 (SL)				Zona 7 (SI)			
TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA ENVOLVENTE Transmitancia límite media	Valor U				Valor U			
Cubierta	0,4				0,3			
Muro fachada	0,6				0,5			
Pisos en contacto con suelo	0,6				0,5			
Pisos ventilados	0,8				0,7			
Cerramientos en contacto con suelo	0,6				0,5			
Puente térmico	1				0,95			
Paramentos verticales (ponderada límite)	1,72				1,43			
TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA VANOS % Vanos	Valor U				Valor U			
	N	E/O	S	NE/NO	N	E/O	S	NE/NO
0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	3,5	3,5	3,5
11 a 20	3,5	3,5	3	3,5	3,1	3,5	3	3,5
21 a 30	3,5	2,9	2,5	3,5	3,5	2,9	2,5	3,5
31 a 40	3,4	2,6	2,2	3,4	3,4	2,6	2,2	3,4
41 a 50	3,2	2,5	2,1	3,2	3,2	2,5	2,1	3,2
51 a 60	3	2,3	1,9	3	3	2,3	1,9	3

> a 60	Deberá cumplir con exigencias de Eficiencia Energética						Deberá cumplir con exigencias de Eficiencia Energética					
FACTOR SOLAR MODIFICADO VANOS (POR ORIENTACIÓN)	Baja carga interna			Alta carga interna			Baja carga interna			Alta carga interna		
% Vanos	E/O	N	NE/NO	E/O	N	NE/NO	E/O	N	NE/NO	E/O	N	NE/NO
0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	0,54	-	0,57	-	-	-	-	-	-
31 a 40	-	-	-	0,42	0,58	0,45	-	-	-	0,54	0,6	0,56
41 a 50	-	-	-	0,35	0,49	0,37	0,5	-	0,53	0,45	0,56	0,49
51 a 60	-	-	-	0,3	0,43	0,32	0,42	0,42	0,46	0,4	0,54	0,43
> a 60	Deberá cumplir con exigencias de Eficiencia Energética						Deberá cumplir con exigencias de Eficiencia Energética					
INFILTRACIONES - ENVOLVENTE	CON Ventilación mecánica			SIN Ventilación mecánica			CON Ventilación mecánica			SIN Ventilación mecánica		
Cambios de aire (1/h) a 4 Pa	0,6			1,2			0,6			1		
PERMEABILIDAD AL AIRE VENTANAS	reforzada			especial			reforzada			especial		
Clase aceptable permeabilidad al aire por superficie de hoja	7a			10a			7a			10a		

2.1.4 Confort ambiental

Los requerimientos de habitabilidad para el funcionamiento de los recintos utilizados por lactantes, precisan de un delicado equilibrio de las propiedades térmicas, acústicas, luminosas y de ventilación necesarias para alcanzar condiciones de confort higrotérmico beneficiosas para la calidad ambiental de los usuarios; lo cual exige de una elevada potencia energética para el funcionamiento de equipos, así como de protocolos eficientes en la gestión de ocupación y mantención de la infraestructura de cada centro. Lo anterior, procurando el ajuste necesario de las rutinas de ocupación en función de las variables diarias y estacionales que caracterizan la zona climática en que se localizan éstas.

Según la Guía de diseño para le eficiencia energética de vivienda social (2009) es necesario considerar los siguientes parámetros de influencia al momento de categorizar la Calidad ambiental de un ambiente interior:

- Parámetros Físicos, como temperatura del aire y temperatura media radiante interior, humedad relativa, presión atmosférica, color de superficies, olor, intensidad, calidad de la luz y niveles de ruido.
- Parámetros humanos, como la edad, género y factores culturales de los usuarios.
- Parámetros externos, como el tipo de actividad física, vestimenta, y hábitos sociales.

Según Theodosious & Ordoumpozanis (2008) los establecimientos de régimen formativo-educacional son la tipologías de edificios más idóneas para aplicación de eficiencia energética y buenas condiciones de calidad del aire interior, justifica por el hecho de que estas medidas pueden promover la sostenibilidad de los futuros ciudadanos y más aún asegurar un ambiente cómodo y saludable para los propósitos educativos y de formación. Sin embargo señala que en la práctica, tipologías de estas características enfrentan los mismos o incluso problemas más agudos de rendimiento energético y calidad del aire interior como cualquier otro edificio; enumerando los principales problemas que afectan a estos edificios en cuanto a eficiencia energética, tales como: problemas de envolvente del edificio, control inadecuado de los sistemas de calefacción e iluminación, ausencia de medidas legislativas y normativas adecuadas junto con la falta de interés en relación con la eficiencia en la mantención y consumo energético. Cabe poner atención, por tanto, en las condiciones presentes para atender los siguientes criterios:

a) Equilibrio Homeostático: Según Vidal (2004) los seres humanos precisamos de condiciones de equilibrio dinámico que garanticen estabilidad en los procesos activos del organismo que tienden a mantener relativamente estable las condiciones de vida, para lo cual es fundamental la interacción física con el entorno para la captura y conservación de energía. Para conseguir captar esa energía, precisamos de procesos metabólicos internos que adaptan al cuerpo a las condiciones que el medio físico otorga. Es en este punto, que adquiere vital importancia las condiciones de habitabilidad que son ofrecidas para el desarrollo fisiológico de bebés en residencias de lactantes, debido a la incapacidad voluntaria que tienen de adaptarse ante situaciones desfavorables de confort ambiental. Para ello, es importante identificar los rangos de tolerancia que los lactantes

precisan para vivir bajo ciertos intervalos de parámetros ambientales, con el objetivo de encontrar herramientas de adaptación a condiciones adversas de habitabilidad. De este modo, se tornan fundamentales el control de factores ambientales como la humedad, la calidad del aire, los aportes de radiación, y otros fenómenos ambientales que pudiesen ocasionar efectos en el metabolismo de los lactantes, y por consiguiente, en la aparición de enfermedades o disfunciones.

b) Equilibrio Higrotérmico: Según Malchaire & Durieux (2004) las condiciones físicas de los recintos interiores utilizados por lactantes, son percibidas por éstos en condiciones diferentes a los adultos, tanto en función de su capacidad metabólica mayor, relacionada con el volumen corporal, como por el intercambio de calor con superficies a nivel del suelo en donde frecuentemente se desenvuelven sus actividades físicas. Comparando los índices de temperatura de aire media y los índices de satisfacción de confort recomendados por normativas europeas; en conjunto con aislación térmica por vestimenta de 0,9 +/- 0,1 CLO¹⁰ y condiciones de humedad relativa del aire entre 60% y 80% - con frecuencia en mayor porcentaje sobre 50% y velocidad del aire a 0,1 m/s, proponen una temperatura ambiente interior de confort para lactantes de 22°C, dado que temperaturas cercanas a 20°C conducen a enfriamiento ligero en alrededor de 0,8°C para las extremidades inferiores de los bebés inmóviles.

c) Calidad del Aire Interior: De acuerdo a las investigaciones realizadas por Dascalaki et al (2010), la salud, aprendizaje y productividad se ven afectados cuando se presentan condiciones deficientes de calidad de aire interior, incluso en recintos de ejecución reciente; haciendo presente la necesidad de una respuesta simultánea entre índices de calidad de aire interior, eficiencia energética y confort térmico mediante la supervisión de condiciones interiores cruciales

¹⁰ *Norma ISO 9920:1992 Ergonomics of the thermal environment -- Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*

para la calidad ambiental interior en conjunto con la consideración de la evaluación subjetiva de sus ocupantes.

En otra investigación, Coleman et al (2008) demuestran la importancia de analizar la relación entre la ventilación de la sala durante el sueño y el riesgo de muerte súbita del lactante (SMSL)¹¹, demostrando que el uso de ventilación adecuada durante el sueño se asocia con la reducción del 72% en el riesgo de muerte súbita, aumentando su eficacia a un 95% cuando es aplicado en presencia de temperaturas ambientes más cálidas.

2.2 Problemas de Habitabilidad y Desempeño Energético-Ambiental al Interior de Residencias de Lactantes

Según lo planteado por estudios relacionados con la calidad ambiental de guarderías infantiles en Grecia (DASCALAKIA & SERMPETZOGLOUB, 2010), el gran conflicto para alcanzar estándares de desempeño adecuados a las necesidades de los usuarios está en alcanzar el equilibrio entre “eficiencia energética – confort térmico – calidad del aire interior”.

Otro estudio presentado por Theodosiou & Ordoumpozanisa (2008), revela las principales dificultades que afectan el desempeño general de guarderías infantiles, relacionado con falencias en la envolvente del edificio, el control inadecuado de los sistemas de calefacción e iluminación, la ausencia de normativas adecuadas y especialmente la falta de interés en abordar la eficiencia energética en el funcionamiento de estos edificios. Tomando en consideración estas dificultades, se hacen visibles diversos problemas al interior de las Residencias de Lactantes; relacionados con la salud respiratoria en lactantes y funcionarios, notables diferencias de temperaturas interiores entre distintos recintos de los edificios acompañados de alta concentración de CO², caídas en el suministro energético por sobreconsumo, planificación reactiva en la administración de recursos financieros para el funcionamiento de los edificios, improvisación en la mantención de equipos

¹¹ *SMSL: Síndrome de muerte súbita de lactantes*

deficientes y la subutilización de recintos por ausencia de condiciones mínimas de habitabilidad respecto a confort ambiental.

En residencias de lactantes ubicadas en climas templados oceánicos, se manifiesta un alto índice de enfermedades respiratorias en invierno, las cuales afectan tanto a lactantes como a funcionarios, con el correspondiente incremento en gastos derivados en ausencias por licencias y traslados de los lactantes a centros de asistencia hospitalaria. También se observa un incremento en el consumo de energía para el funcionamiento de los sistemas de climatización de estos edificios, ya sea para calefaccionar en invierno y/o enfriar en verano, respecto a edificios con mayor carga ocupacional.

Otro problema presente es ocasionado por la diferencia de percepción de la temperatura de confort promedio entre lactantes versus funcionarios relacionado con el acelerado metabolismo basal de los bebés, al presentar estos últimos mayor sensibilidad a las adaptaciones homeostáticas del organismo frente a condiciones ambientales adversas. Complementando lo anterior, también influye en la percepción subjetiva de los usuarios, la relación “altura ocupante/nivel de piso/fuente de calor” debido a las diferencias de temperaturas existentes entre el nivel de suelo y la altura de referencia de un ocupante adulto (1,4 m).

2.2.1 Condiciones físicas de los recintos habitables.

La inercia térmica diaria y estacional provocada por el clima templado oceánico, trae como consecuencia importantes fluctuaciones de temperatura ambiente y humedad relativa del aire, las cuales ocasionan alteraciones tanto física en la infraestructura de recintos internos como conductuales en usuarios.

De acuerdo a pesquisas realizadas por Baixas et al (2008), estudios en Portugal muestran que el confort de invierno no es alcanzado en salas de actividades educativas orientadas al norte (hemisferio Norte) así como en espacios cuyas ventanas enfrentan elementos exteriores que

ocasionan sombra, evitando las ganancias solares de invierno, viéndose obligadas a utilizar sistemas mecánicos de calefacción para alcanzar el confort necesario.

Es necesario prestar atención a las siguientes condiciones físicas presentes al interior de recintos habitables de Centros de Lactantes:

a) **Condensación superficial e intersticial.** Basado en la Guía de Diseño para la eficiencia energética en la vivienda social (2009), es necesario considerar las condiciones más desfavorables en invierno (junio a septiembre) para determinar condiciones de operación necesarias para el funcionamiento de recintos habitables en relación al riesgo de condensación superficial e intersticial. Para ello se necesita contar con información de la temperatura exterior media mínima para el mes más frío, humedad relativa supuesta a la hora de la mínima temperatura, temperatura de confort (la cual es variable dependiendo del tipo de usuario en el caso de las residencias de lactantes) y humedad relativa interior promedio. Las edificaciones de Hormigón armado, presentan mayor riesgo de condensación superficial e intersticial en ambas zonas climáticas estudiadas. Para muros de albañilería de ladrillo, el riesgo de condensación se manifiesta en el mortero de pega. La tabiquería es la que presenta menores riesgos de condensación.

Tabla N° 3: Condiciones climáticas supuestas para el análisis de riesgo de condensación en muros. Fuente: Guía de Diseño para la eficiencia energética en la vivienda social - 2009.

Ciudad	T° exterior media mínima	Humedad Relativa exterior	T° interior (T° de confort)	Humedad Relativa interior
Concepción	5,6 °C	92%	20°C	75%
Temuco	3,9 °C	95%	20°C	75%

b) **Capacidad de ventilación y renovaciones de aire.** Este aspecto adquiere una importante sensibilidad en el funcionamiento de las rutinas de ocupación de los recintos habitables, dada la necesidad permanente de usuarios ocupando dormitorios, siendo impracticable la ventilación pasiva de recintos en invierno; obligando a la utilización de sistemas de impulsión y extracción de aire mecánicos, los cuales han ido siendo implementados de acuerdo a las necesidades de ocupación de los recintos y a las exigencias en la calidad de atendimento, requiriendo

adaptaciones de infraestructura y equipos que provocan alteraciones en el diseño original y llevan como consecuencia una alta demanda energética para el acondicionamiento ambiental de estos recintos. Otro factor crítico de funcionamiento está relacionado con la hermeticidad de los ambientes interiores, para evitar pérdidas de calor en períodos desfavorables, llevando a situaciones que dificultan la capacidad de renovación de aire influyendo en la concentración de vectores aéreos que transmiten enfermedades respiratorias, generando una cadena de contagio difícil de erradicar en invierno.

2.2.2 Factores de ocupación de recintos habitables

Una dificultad frecuente de la operación de Centros de atención de estadía prolongada, se presenta en función de la gestión para la operación de recintos con alta tasa de utilización¹² y de rutinas de ocupación constante, debido a que precisa de ofrecer un servicio de atención ininterrumpido y adaptable a las variaciones de demanda de usuarios y recursos energéticos.

En el caso de Centros de atención de Lactantes acontece que las condiciones de diseño tanto de la infraestructura envolvente como en el tamaño de los recintos ocupados por lactantes, así como el equipamiento y sus fuentes de energía, se presentan obsoletas e insuficientes en relación a las demandas actuales de cantidad de usuarios, rutinas de atención, protocolos sanitarios, consumo energético, entre otros factores de ocupación. Esto genera como consecuencia una gestión de ocupación deficiente para estos casos, lo cual repercute directamente en la sustentabilidad del funcionamiento y gestión de ocupación de la infraestructura.

Económicamente, estas deficiencias generan un elevado costo anual de mantención en recursos energéticos, así como la necesidad de reparaciones periódicas de rápida solución sin una planificación adecuada, ocasionando gastos que equivalen a una fracción importante del costo total de una infraestructura nueva de similares condiciones, disminuyendo la rentabilidad

¹² **Tasa de utilización de espacio:** Frecuencia de uso de un recinto interior habitable.

financiera de los recursos fiscales; siendo necesario analizar cuáles son las condiciones de infraestructura más adecuadas para un desempeño energético eficiente de estos centros.

Ambientalmente, los parámetros de regulación de las condiciones de habitabilidad interior en este tipo de centros son elaborados y ajustados en función de variables de confort para adultos; pudiendo ser incompatible con el metabolismo homeostático de los infantes, causando enfermedades respiratorias en aquellos. Por ello, es preciso investigar qué parámetros de confort ambiental interno son los adecuados para el correcto desarrollo fisiológico de los lactantes.

Socialmente, la deficiencia en la habitabilidad interior de los recintos habitables, ocasiona condiciones de ocupación y desplazamiento interno de los usuarios – tanto lactantes como funcionarios - que contrastan con los protocolos y exigencias establecidas por la institución para el cumplimiento de las rutinas de atención psico-social y protocolos de atendimento que los lactantes requieren, asimismo ocasiona situaciones de ausentismo laboral de los funcionarios, problemas en la gestión de recursos humanos y faltas en el cumplimiento de exigencias de atención requeridas por el Ministerio Público para la administración de los Centros.

Cabe señalar que no existen en el país estándares de diseño ni de calidad ambiental interior específicos para Residencias de Lactantes; utilizándose para su planificación y funcionamiento algunos referentes establecidos para establecimientos educacionales, los cuales no cuentan con una planificación acorde con la rutina de ocupación que los centros en estudio precisan.

Como consecuencia de lo anterior, los principales problemas manifestados en relación a la ocupación de recintos se deben a una distribución Inorgánica de los recintos en la planta física del edificio, recintos utilizados en funciones distintas a las proyectadas inicialmente y un deficiente control en el manejo de aperturas y cerramientos. En relación a la operación general de las edificaciones, se evidencia la existencia de diferentes sistemas de climatización dentro del edificio, difusores de energía obsoletos o sin mantención, dos o más tipos de combustible utilizados para consumo energético y materialidad inadecuada de la envolvente.

2.2.3 Necesidades de funcionamiento

En relación a las condiciones actuales de operación de los centros, se observa una gran cantidad de alteraciones y ampliaciones en cuanto a la utilización de los recintos interiores, relacionados con la necesidad de aumentar capacidad de atendimento para lactantes como recintos administrativos y de servicio complementarios a la función principal de las Residencias de Lactantes. Esta situación viene acompañada con alteraciones y extensiones de las instalaciones, debiendo incrementar la capacidad de servicio del equipamiento que atiende las funciones del edificio, llevando a situaciones de redes y circuitos paralelos e independientes cuyos sistemas no son compatibles entre sí, aumentando de manera considerable los costos de suministro energético mensual y la periodicidad de mantención de recintos e instalaciones, afectando las condiciones ideales de desempeño de funciones propias de la atención de lactantes.

En el escenario local, no se cuenta con directrices normativas específicas para determinar parámetros de calidad ambiental interior - energética que se ajusten a las necesidades locales ni a las gestiones de operación para edificaciones que atiendan bebés, siendo relevante procurar una revisión de estándares internacionales y/o locales similares a las condiciones habitabilidad interior requeridas para este caso. Las condiciones actuales de operación de estos centros presentan brechas importantes respecto a las necesidades de atendimento para lactantes, precisando contar con el desarrollo de soluciones específicas enfocado en este tipo de usuarios; para lo cual es necesario hacer una revisión de las actuales exigencias basadas en regímenes de ocupación para establecimientos educacionales, determinando si es suficiente su aplicación como referente de diseño para la tipología en estudio.

En este punto se hace pertinente enfocarse en estrategias de diseño y funcionamiento energéticamente pasivo, que contribuyan al desarrollo de soluciones de habitabilidad interior que aporten a la sustentabilidad de la operación del edificio; optimizando los recursos financieros necesarios destinados a la operación y mantención tanto de la infraestructura de la envolvente como de los recintos interiores habitables en residencias de lactantes.

Capítulo 3. Modalidades Usuales para Residencias de Lactantes

Del punto de vista normativo de infraestructura pública, las Residencias de Lactantes chilenas se rigen bajo las exigencias establecidas en el Título 4, Capítulo 5 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones “Locales Escolares y Hogares Estudiantiles”, clasificándose como Hogares Estudiantiles para aspectos de residencia y albergue así como Sala Cuna y Jardín Infantil, para aspectos relacionados con enseñanza – aprendizaje; respetando en el diseño de sus espacios los índices mínimos considerados para aspectos de superficie de recinto por usuario, porcentajes de iluminación, ventilación natural, volumen de aire e instalaciones sanitarias.

Las inversiones en infraestructura pública para el mejoramiento de este tipo de inmuebles, generalmente han enfocado sus recursos en garantizar aspectos de seguridad ante siniestros, nuevas dependencias para el atendimento psico-social y terapéutico, actualización de sistemas de control de accesibilidad además del mantenimiento de terminaciones y equipos ante la manipulación de usuarios; respondiendo reactivamente ante alguna situación contingente para resolver problemas presentes en su operación. Estas soluciones carentes de planificación, provocan inconvenientes en su ejecución tanto en la gestión de operación como en los gastos financieros previstos para mantenimiento.

En contraposición a lo anterior, desde al menos una década, el estado chileno ha demostrado interés en el desarrollo de políticas públicas enfocadas en la optimización de recursos energéticos destinados a la mantención de edificios de carácter terciario. Para ello, el Ministerio de Obras Públicas junto con el de Vivienda y Urbanismo han actuado como mandantes de un conjunto de términos de referencia, guías de diseño, manuales, protocolos de evaluación y certificación de la calidad ambiental y la eficiencia energética utilizados en el diseño y la ejecución de infraestructura pública de diversa índole. Si bien, es un avance importante en relación a mejorar las condiciones prestacionales de los edificios terciarios mantenidos con recursos públicos, todavía es necesario seguir profundizando en el desarrollo de estándares y parámetros de calidad ambiental y eficiencia energética adecuado a las necesidades específicas de cada tipología y usos.

Con el objetivo de revisar los aspectos recomendados para el funcionamiento de este tipo de establecimientos de atendimento a lactantes, se abordará a continuación una revisión de los aspectos funcionales y tipológicos presentes tanto en referentes locales como internacionales. Se espera con esto contar con indicadores y parámetros de calidad ambiental higrotérmico, del aire y de demanda energética referenciales para abordar el análisis posterior de mediciones instrumentales en residencias de lactantes chilenas.

3.1 Aspectos Funcionales

3.1.1 Orientaciones técnicas de atendimento

Estos centros acogen niños y niñas de 0 a 6 años, gravemente vulnerados a sus derechos por carecer de cuidado responsable, ya sea debido a negligencia, maltrato, descuido grave, o abandono entre otros. (Bases Técnicas “Residencias de Protección para Lactantes y Preescolares”. Servicio Nacional de Menores, 2010), siendo derivados a éstos por orden de Tribunales de Familia. En relación a la permanencia ésta debe ser por el menor tiempo, en lo posible no superando los seis meses, pudiendo ser prorrogable según sea el caso. Apenas es realizado el ingreso de usuario a la institución, es provisto de elementos primordiales para satisfacer su atendimento, tales como vestuario y alimentación, acordes al momento evolutivo del lactante.

Se designa una adulta responsable a interior del centro, (funcionaria ETD), encargada de los estímulos afectivos y de bienestar necesarios para el desarrollo psico-social y fisiológico de los usuarios. Se debe procurar ofrecer un espacio, bajo evaluación de un responsable, para la mantención de los vínculos familiares, de acuerdo a las competencias parentales de éstos.

El centro residencial mantiene un programa de atención especial en aspectos físicos, psicomotor, cognitivo, lingüístico, socioemocional de estimulación temprana, para los infantes, apoyado por una relación proporcional entre usuarios y educadoras capacitadas y competentes para ejercer estas funciones, de forma de responder proactivamente con acciones cotidianas a los riesgos de falta de estímulos ambientales y trato inadecuado.

3.1.2 Utilización de recintos

La organización de los recintos interiores es orientada y adecuada a las necesidades específicas de los lactantes, según rango etario y condiciones fisiológicas en que se encuentran. El número de dormitorios con sala de mudas y/o baños, debe ser pertinente a la cobertura de oferta de atendimento y diferenciado por edades. Los infantes “inmóviles” y “gateadores”, requieren mayor permanencia en dormitorios con cunas durante los primeros meses de vida y con Salas de Actividades a próxima distancia para su dislocamiento, equipadas con colchonetas a nivel de suelo para evitar lesiones y caídas. Los infantes “caminantes” o que se movilizan solos, requieren de condiciones espaciales que permitan la exploración y descubrimiento de sus habilidades psicomotrices; con dormitorios provistos de camas bajas y materiales adecuados a su tamaño y edad, con decoraciones coloridas y juguetes que estimulen sus capacidades físicas. En etapa de control de esfínteres, los baños son provistos de artefactos para niños/as, que permitan ser accesibles a la estatura de éstos, intencionando el proceso de aprendizaje orientado al resultado de mayor autonomía, considerando la presencia estable de adultos capacitados para su atención. Para estación estival, cuentan con actividades a ser desarrolladas en patio de juegos al aire libre acondicionado para la realización de actividades recreativas y educativas.

Otros recintos complementarios para el funcionamiento de residencias de lactantes son: Oficinas necesarias para el desarrollo de trabajo administrativo; Sala de Recepción de padres, familiares o adultos vinculados a los lactantes; Sala de Reuniones para funcionarios; Salas Multiusos para talleres; Enfermería; Cocina y Servicio Dietético de leche (SeDiLe); Baño para el personal y visitantes.

3.1.3 Rutinas de ocupación

De acuerdo a la reglamentación local se considera Local habitable¹³ “aquellos destinados a la permanencia de personas, tales como: dormitorios o habitaciones, comedores, salas de estar, oficinas, consultorios, salas de reunión y salas de venta”. En consideración a esta definición se propone revisar detalladamente, la periodicidad de uso de este tipo de recintos al interior de las residencias de lactantes; en especial aquellos que guardan relación con el uso mayoritariamente de infantes, dado que la permanente ocupación de estos recintos incide esencialmente en la calidad de vida y desarrollo en sus primeros años de vida. Se enfocará la atención en las rutinas de ocupación de Dormitorios (Sala Cuna) y Salas de Actividades.

a) Dormitorios Sala Cuna: Recintos con presencia de usuarios y/o funcionarias las 24 horas del día, iniciando actividades diurnas a partir de las 08:00 de la mañana donde se procede a realizar la primera de cuatro mudas de pañales diurna a los más pequeños, acompañado de aseo personal para proceder a la primera alimentación. Aquellos que cuentan con lactancia materna son trasladados para una sala de lactancia individual, donde son amamantados según disponibilidad de la madre de visitarlos; en caso de no contar con esa disponibilidad son alimentados dentro de la Sala Cuna. La periodicidad de las mudas es cada cuatro horas, intercalada con alimentación mínima de 3 veces al día. Los protocolos de accesibilidad y permanencia de adultos ajenos al funcionamiento del Centro, dentro de este recinto, es estrictamente controlada, en especial para evitar la transmisión de vectores de enfermedades; lo que trae consigo condiciones de hermeticidad del ambiente interior sobredimensionadas para la capacidad de los recintos, pudiendo contribuir al deterioro de las condiciones de confort de los usuarios y funcionarias, también causada por equipos de renovación de aire mecánicos obsoletos o que no fueron considerados en el diseño original de los centros actualmente en funcionamiento.

¹³ **Artículo 4.1.1.** *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Chile, 2013.*

b) Dormitorios Lactantes mayores: Para el caso de los usuarios caminantes, posterior a la primera rutina de aseo/muda/alimentación, son trasladados en conjunto a alguna de las Salas de Actividades, lo cual permite realizar higienización de este recinto así como de la ventilación pasiva, mediante el manejo de abertura de ventanas; lo cual solo es realizado en periodo estival para evitar la pérdida de calor en invierno.

c) Sala de Actividades: Recinto utilizado mayoritariamente por usuarios en condiciones de “Gateadores” y “Caminantes”, los cuales sólo son ocupados en jornada diurna: entre 08:00 y 19:00. Aquí son provistos de alimentación, terapias de estimulación y sociabilización, debiendo ser trasladados a los dormitorios o a las salas de mudas/baños cuando es preciso en cada usuario. Lo anterior provoca exposición de los usuarios a condiciones de equilibrio ambiental diferentes, pudiendo afectar en la salud y la adaptabilidad homeostática con la consecuente aparición de enfermedades y bajas inmunológicas.

3.1.4 Envoltente térmica de edificaciones

La mayoría de las edificaciones de administración directa del Servicio Nacional de menores actualmente operativas, cuentan con más de 20 años de funcionamiento, algunas de ellas diseñadas como escuelas que pasaron a mudar de destino para acoger Hogares de Menores, motivo por el cual hasta la actualidad esta tipología es considerada con carácter “Educativa”. Bajo estos mismos preceptos y basado en condiciones de seguridad ante siniestros, han sido considerado como materialidad principal de su estructura soportante el uso de albañilerías y hormigón armado, descartando el uso de madera por su alta carga combustible. Para el caso de ventanas es frecuente observar estructuras de marcos en acero, aluminio anodizado y vanos cerrados con vidrio simple. Estas características constructivas presentes, han demostrado que requieren mantención periódica para mitigar el efecto de deterior causado por la condensación; así como la deficiente capacidad de retención de calor interior sin una adecuada aislación térmica en su envoltente.

En relación a las solicitudes de comportamiento térmico de la envolvente, establecida en la norma Chilena NCh 1079 para las zonas climáticas consideradas dentro del clima templado oceánico, su descripción se encuentra desarrollada en la tabla N°2 del capítulo 2.1.3 de la presente investigación.

3.1.5 Calidad del aire y ventilación de recintos interiores

Las condiciones de calidad de aire y ventilación necesarios para residencias de lactantes, se encuentran establecidas en el artículo 4.5 de la O.G.U.C. donde dicen relación con la capacidad de volumen de aire necesario por cantidad de usuarios por recinto, así como el porcentaje de aperturas en los vanos de ventanas para procurar una adecuada ventilación de locales habitables.

Tabla N° 4: Porcentaje mínimo de ventilación, volumen de aire y superficie mínima para locales escolares y hogares estudiantiles. Elaboración propia con datos de Artículos 4.5.5 y 4.5.6 de la O.G.U.C. – 2011. Nota: n/i = no indica.

Recintos	ventilación	Volumen de aire	Superficie
Docentes	8%	3 m ³ /al	1,1 m ² /al
Estar Hogar Est.	6%	3 m ³ /al	1,8 m ² /al
Dormitorio hogar Est.	6%	6 m ³ /al	5 m ² /cama
Sala Cuna	n/i	6 m ³ /al	2,5 m ² /al
Jardín Infantil	n/i	2,6 m ³ /al	1,1 m ² /al

Lo anterior solo dice relación a parámetros dimensionales que deben cumplir estos recintos, lo que limita la capacidad de análisis cualitativo de las condiciones de habitabilidad interior que permitan establecer condiciones de confort higrotérmico y calidad del aire necesario para lactantes. Además se observan indefiniciones para establecer los porcentajes mínimos de apertura de vanos de ventana para ventilación que necesitan Sala Cuna y Jardín Infantil.

Las condiciones de funcionamiento presentes en las residencias de lactantes han ido adaptando la infraestructura de sus recintos para mejorar la calidad de atención de los lactantes. Sin embargo no existen protocolos de gestión orientados a funcionarios del centro que orienten sobre cuales acciones deben ser llevadas a cabo para el manejo responsable de las condiciones de habitabilidad interior. Esto requiere vital importancia debido a que el manejo de las condiciones de habitabilidad actualmente funciona “discrecionalmente” dependiendo de la percepción de la

funcionaria de turno, sin considerar las necesidades de equilibrio homeostático que los usuarios lactantes requieren de acuerdo a sus condiciones metabólicas. Tampoco cuentan con equipamiento que monitoree constantemente la calidad ambiental interior, ni parámetros referenciales de indicadores mínimos y máximos de tolerancia aceptables para el funcionamiento interno.

3.1.6 Demanda y consumo energético

Las condiciones actuales de demanda energética de los centros de lactantes ubicados en condiciones de clima oceánico chileno son disímiles comparados entre los distintos establecimientos, fundamentalmente determinado por las condiciones de habitabilidad interior presentes en cada caso, la capacidad de retención de calor de la envolvente, el factor de forma de los edificios y los sistemas mecánicos de acondicionamiento térmico que disponen; estos últimos limitados por el tipo de combustible necesario para su funcionamiento y la facilidad de disponibilidad de aquellos. Otro factor presente en el funcionamiento de equipos para acondicionamiento ambiental de residencias de lactantes, nuevamente es la carencia de protocolos de manipulación por parte de funcionarias y la falta de control en las necesidades de confort requeridas para los lactantes, quedando a discreción de la funcionaria a cargo.

Según el análisis del estado del arte de una investigación de eficiencia energética para guarderías infantiles desarrollada por Baixas et al (2008), muestra que estudios en Israel comprueban el impacto del ahorro energético en la refrigeración y calefacción en climas cálidos y templados, utilizando estrategias como: orientación del edificio; resistencia térmica en paredes, techos y ventanas; control en las tasas de ventilación, especialmente en períodos de calor externo, al igual que esquemas de ventilación para enfriamiento. Algunas estrategias de diseño utilizadas, dicen relación con el uso de colectores solares de aire para precalentar el ingreso de aire exterior durante el invierno. En relación con los aportes solares externos, un estudio realizado en Curitiba - Brasil, muestra que la utilización de sistemas de sombreado aplicados en fachadas de recintos

educativos debe ser cuidadosamente diseñado en función de disminuir el sobrecalentamiento y evitar el exceso de luz diurna.

3.1.7 Consideraciones a los aspectos funcionales presentados

En términos generales, se observan algunas alteraciones en la correcta utilización de los recintos, basados en situaciones como: aumento de la capacidad de atendimento por sobre la densidad de ocupación normativa; recintos utilizados como habitables que no fueron diseñados originalmente para cumplir esa función; deficiencia en la orientación de ventanas para captación de luz y radiación solar, así como sistemas de acondicionamiento térmico y de ventilación mecánicas con capacidades de funcionamiento disímiles a las condiciones de operación de recintos donde se encuentran instalados.

En año 2012 fue entregada en uso el edificio de la nueva Casa Nacional del Niño¹⁴, sin embargo no fue considerada su revisión, por encontrarse afecta a condiciones climáticas diferentes al clima templado oceánico en estudio; como por no haber encontrado estrategias innovadoras de eficiencia energética en su diseño o ejecución, donde se priorizó la utilización de sistemas mecánicos convencionales de acondicionamiento ambiental.

Descrito los antecedentes antes mencionados, la presente investigación considera utilizar como caso de estudio referencial la Sala Cuna de la Fundación Integra ubicada en Villarrica, debido a que se encuentra dentro de las zonas climáticas presentes en el estudio, así como también confirmar la eficiencia del sistema constructivo y organización arquitectónica de los recintos habitables diseñados para la atención de lactantes, bajo régimen de ocupación diurna y su posible contribución al diseño eficientemente energético de residencias de lactantes.

¹⁴ *Casa Nacional de Niño: Residencia de Lactantes del SENAME ejecutada en Ñuñoa, Santiago.*

3.2 Tipologías Referenciales Similares a Residencias de Lactantes

Como quedó demostrado en capítulos anteriores, se hace necesaria la revisión de condiciones de habitabilidad interior y confort ambiental en otras tipologías de edificios terciarios que presten atendimento a infantes en periodo de lactancia o desarrollo psicomotriz temprano, en consideración a la insuficiencia de parámetros de calidad ambiental disponibles ante diversos requerimientos de recintos interiores habitables de residencias de lactantes. Algunas de las instituciones a ser analizadas a continuación cuentan con protocolos de atendimento, calidad ambiental y eficiencia energética que pueden servir de referencia para nuestra investigación.

Según un estudio desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Social (antes MIDEPLAN, 2006) se señala que salvo los establecimientos educacionales y de nivel hospitalario, no hay normativas específicas que aludan a generar condiciones particulares para el uso o presencia de niños y niñas.

A continuación se presentan como tipologías referenciales dos organismos encargados de brindar orientaciones y recursos financieros para el atendimento de infantes durante los primeros años de vida, los cuales cuentan con protocolos y exigencias de funcionamiento necesarias para la aprobación de la puesta en marcha de estos inmuebles. Finalmente se presenta un estudio de eficiencia energética ahorro de energía desarrollado para una institución de salud privada en Santiago de Chile.

3.2.1 Sala Cuna Junta Nacional de Jardines Infantiles

Institución perteneciente al Ministerio de Educación, cuyo fin es atender la educación inicial del país, entregando educación parvularia de calidad a menores de 4 años, pudiendo ser administrada directamente por la JUNJI o por terceros.

Cuenta con más de dos mil cien establecimientos, con atención de más de 170 mil infantes en todo el país. Atiende usuarios entre 85 días y 4 años 11 meses. Los horarios de funcionamiento, modalidades y actividades son las mismas ofrecidas por la Fundación Integra. La infraestructura de

estos establecimientos también es regida según lo indicado en la O.G.U.C “Locales Escolares y Hogares estudiantiles”. Su enfoque está mayormente ligado a orientaciones técnicas de atención psico-social, por lo que no fue posible encontrar en la revisión bibliográfica antecedentes de ejemplos de infraestructura orientadas al mejoramiento de la calidad y el confort ambiental de los espacios de atención.

3.2.2 Sala Cuna Fundación Integra

Institución perteneciente a la red de fundaciones de la Dirección Sociocultural de la Presidencia de la República de Chile. Encargada de velar por el cuidado de infantes durante jornada laboral, con el propósito de permitir que madres jefas de hogar de grupos familiares vulnerables puedan trabajar, garantizando adecuadas condiciones ambientales, educativas y alimenticias para que sus usuarios puedan alcanzar condiciones óptimas de crecimiento y desarrollo durante su estadía en el sistema. Cuenta con más de mil jardines y sala cuna, con atención de más de 74 mil infantes en todo el país. Atiende usuarios entre 85 días y 4 años 11 meses. Funcionan de lunes a viernes de 08:30 a 17:30 aproximadamente. Cuenta con modalidades de Sala Cuna y Jardín Infantil. Dentro de las actividades ofrecidas para atención de lactantes en Sala Cunas, se incluye alimentación, higiene, controles de salud, actividades de estimulación temprana, y siesta en cunas. La infraestructura de estos establecimientos es regida según lo indicado en la O.G.U.C “Locales Escolares y Hogares estudiantiles”. No fue posible encontrar referentes normativos o de eficiencia energética aplicados a la gestión de operación de sus centros; sin embargo cuenta con estudios y ejemplos de diseño de infraestructura innovadoras en relación a las condiciones de calidad ambiental interior. Un ejemplo de lo anterior es lo desarrollado por la Universidad Católica el año 2008, en el marco de un proyecto de innovación tecnológica para el diseño por envolvente mediante el uso de fachadas

ventiladas estructuradas en madera¹⁵, el cual fue aplicado en dos Salas Cunas de atención diurna administradas por la Fundación Integra¹⁶; ubicadas en María Pinto (RM) y Villarrica (Araucanía).

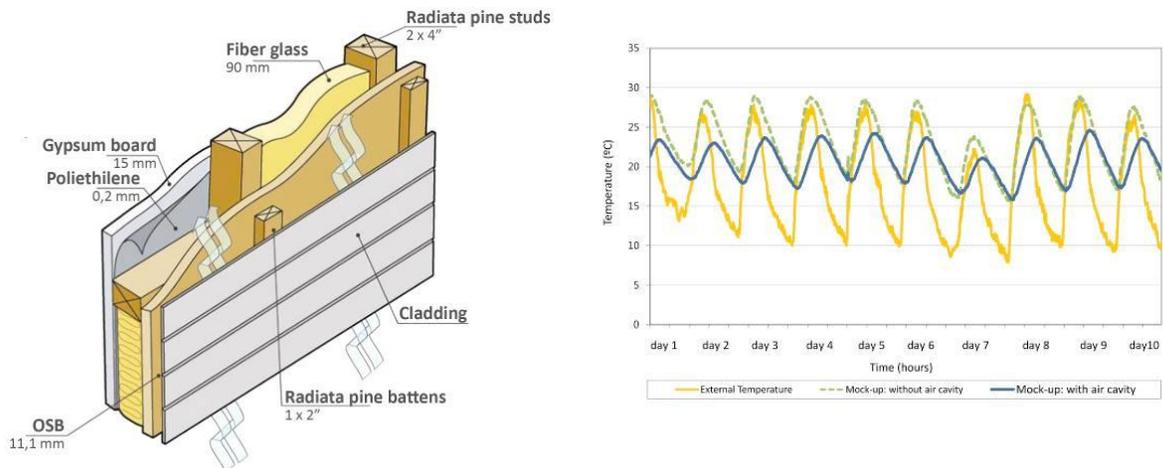
En la investigación realizada por Baixas et al (2008) fue propuesta la definición de criterios para alcanzar confort con eficiencia energética. Dentro de las principales estrategias presentadas, se desarrolló un sistema constructivo basado en el uso de envolvente vertical en panel de madera y aislamiento térmico, acompañado de fachada ventilada para disminuir condensación superficial y sobrecalentamiento en verano (logrando disminuir en -4 °C de la temperatura en interior respecto a aquellos sin fachada ventilada).

Como estrategias de diseño de las Salas Cunas fueron consideradas la protección solar en verano para fachada norte, evacuación de humedad y sobrecalentamiento mediante un sistema de envolvente de doble piel, maximizar las ganancias solares de invierno mediante ventanas orientadas al norte, aislamiento térmico en techo y muros con exigencias mayores a las indicadas en normativas locales, diseño de estructura evitando masa térmica para evitar sobrecalentamiento (usual de construcciones de madera).

Los resultados obtenidos mediante simulación energética demostraron: baja demanda de energía para calentamiento junto con obtención de alto estándar de luz diurna; bajo costo de construcción; protección solar en ventanas; ventilación en cielo bajas ganancias internas de iluminación y el uso de fachada ventilada para reducir ganancias solares. Para condiciones de invierno, se espera una demanda de calefacción significativamente inferior a la media escolar de Chile; debido al uso de aislaciones térmicas en su envolvente, las ventanas con doble acristalamiento orientadas al norte, y el control de la ventilación en fachadas y ventanas.

¹⁵ Proyecto CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica) N° D03i1020. “**Diseño por Envolvente para Vivienda de Madera: Innovación Tecnológica para fomentar el uso de Pino Radiata en Chile**”.

¹⁶ **Fundación Integra**: Institución Gubernamental garante de prestar servicios de Sala Cuna para hijos de madres trabajadoras pertenecientes a familias con vulnerabilidad social.



Figuras N°3 y 4: Muro fachada ventilada y efectos en la disminución de la temperatura interna.
Fuente: Effective architectural design strategies for termal confort and energy efficieny in two nursery schools in Chile. Baixas et al. Presentado en 25th Conference on Pasive and Low Energy Architecture. PLEA - 2008.

3.2.3 Instituciones de atendimento hospitalario con estadía

Los hospitales son considerados como los edificios de carácter terciario más complejo de abordar proyectualmente, debido a la variedad de servicios entregados a una alta carga de usuarios simultáneamente bajo régimen de funcionamiento de 24 horas; requiriendo una enorme demanda energética y elevados estándares de mantención, lo que está llevando a los administradores de estos edificios a planificar detalladamente las necesidades de funcionamiento para lograr ofrecer un servicio de calidad a bajo costo.

Un ejemplo de aquello, fue el Plan Maestro de Ahorro y Energía desarrollado por la Clínica Dávila de Santiago de Chile a partir del año 2008. Está conformada por un complejo de 8 edificios de 48.700 m² totales cada uno con diversas funciones, además de la entrega de un edificio materno infantil de 27.900 m². Posee 403 camas y 16 pabellones y un promedio mensual de atendimento de 48.000 usuarios. Para llevar a cabo el plan, fueron desarrolladas estrategias a mediano plazo para cumplir metas en relación al ahorro de energía, eficiencia energética, sensibilización del personal y la ejecución de nuevos proyectos. Las metas propuestas consistieron en:

a) Ahorro de energía. Disminuir el uso de equipos eléctricos, de clima e iluminación en horarios que no fuesen necesarios. Aumentar el uso de la iluminación natural, implementar fuentes alternativas de energía para el calentamiento de agua. Fue implementada la instalación de relojes horario en circuitos de clima, ventilación forzada e iluminación para funcionar solo en horario hábil; control sectorizado de luminarias existentes para mayor aprovechamiento de la iluminación natural y la restricción de calentadores de agua individuales.

b) Eficiencia energética. Optimizar los procesos de enfriamiento y calentamiento de agua para clima y agua caliente sanitaria, estudio de variaciones de precio de combustibles para el uso de éstos en calderas y la utilización de nuevas tecnologías en el área de iluminación. Para ello fue adquirido equipamientos de medición de calidad de energía eléctrica para detectar pérdidas en el suministro, termógrafos para detectar pérdidas de calor por puentes térmicos, entre otros aspectos. Un aspecto importante de destacar fue la **definición de temperatura de confort para el funcionamiento de equipos de climatización en 21°C en invierno y 22°C en verano**

c) Sensibilización del personal. Implementación de un programa de ahorro y uso racional de energía, mediante campaña publicitaria de difusión interna del establecimiento.

d) Certificación ambiental y de eficiencia energética. Concebir los nuevos proyectos de mejoramiento y ampliación bajo criterios de eficiencia energética y edificaciones sustentables, mediante la utilización de materiales y equipos eficientes, para transformar el establecimiento en un “Green Hospital”¹⁷

Los resultados de la aplicación de este plan demostraron una disminución en un periodo de 2 años de un 5,97% en el consumo de electricidad y un 17,35% en el consumo de combustible. Para el diseño de la nueva ampliación fue considerado la implementación de un sistema de control

¹⁷ **Green Hospital:** red de establecimientos de salud a nivel mundial que promueven estrategias de habitabilidad sustentable y eficiencia energética en este tipo de establecimientos.

energético centralizado, implementación de ventanas con vidrio doble, calderas duales gas-petróleo, luminarias y bombas de agua de alta eficiencia.

3.3 Leyes y Normativas Locales Atingentes

3.3.1 Decreto 393-2010. Ministerio de Educación

Este decreto ordena modificaciones al Decreto N°548, de 1988 en el sentido de incorporar nuevos requisitos para la planta física de los establecimientos educacionales. Según éste, la denominación de Hogar Estudiantil o internado está relacionada con “edificaciones destinadas a residencia y albergue de estudiantes en los niveles de enseñanza básica y/o media”. Así mismo define Local Escolar como un “establecimiento educacional de los niveles de enseñanza parvularia, básica o media”. Con lo anterior se puede interpretar que las Residencias de Lactantes como tipología no tiene amparo de aplicabilidad para ser regida por este decreto, lo que abre la discusión respecto a la necesidad de normativas específicas y atingentes al desempeño de nuestro caso de estudio.

En otro aspecto, el nuevo decreto menciona una modificación importante de ser considerada en el artículo 7° numeral 8: *“Los locales escolares e internados deberán mantener una temperatura de confort interna de **18°C a 20°C**, la que deberá lograrse idealmente mediante estrategias pasivas, o en su defecto con sistemas de refrigeración y/o calefacción con ductos de evacuación de gases al exterior. Las estrategias pasivas están referidas, por ejemplo, a la orientación del inmueble”*.

3.3.2 Decreto 594-1999. Ministerio de Salud

Este decreto aprueba el reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. En relación a las condiciones generales de construcción y sanitarias, menciona en el Artículo 8°: *“En las horas en que los trabajadores ocupen los dormitorios, la temperatura interior, en cualquier instante, no deberá ser **menor de 10 °C ni mayor de 30 °C**. Además, dichos dormitorios deberán cumplir con las condiciones de ventilación señaladas en el Párrafo I del Título III del presente reglamento”*. Lo anterior establece una referencia de condiciones extremas

aceptables como mínimas y máximas para los dormitorios de residencias de lactantes en función del desempeño de funciones de las funcionarias que atienden a los infantes.

En relación a las condiciones ambientales de ventilación, menciona en el artículo 34°: *“por cada trabajador se provea un volumen de 10m³ mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos, a razón de 20m³ hora o una cantidad tal que provea 6 cambios por hora como mínimo, pudiéndose alcanzar hasta 60 cambios pro hora, según las condiciones ambientales existentes”*. El artículo siguiente menciona que: *“los sistemas de ventilación empleados deberán proveer aperturas convenientemente distribuidas que permitan la entradas de aire fresco en reemplazo del extraído. La circulación del aire estará condicionada de tal modo que en las áreas ocupadas la velocidad no exceda de un metro por segundo”*.

3.3.3 Norma NCh853.Of91

Esta norma llamada “Acondicionamiento térmico – Envoltente térmica de edificios –Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas” es de atención fundamental para determinar indicadores de resistencias y transmitancias térmicas de elementos constructivos relacionados con la envoltente de edificaciones; siendo utilizadas para el cálculo de transmisión de calor, potencia de calefacción, enfriamiento y aislación térmica necesaria en Chile. Su aplicación en las soluciones constructivas para acondicionamiento térmico es normada por el artículo 4.1.10 de la O.G.U.C, utilizando para ello diversos métodos de cálculo; dentro de los cuales destaca el Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, elaboradas mediante certificados de ensaye otorgados por laboratorios de control de calidad en la construcción.

3.3.4 Norma NCh1079.2008

Esta norma llamada “Arquitectura y Construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico”, utilizada como herramienta de diseño arquitectónico, basado en las condiciones climáticas presentes en Chile. Para efectos de esta

investigación fue realizado un resumen de los valores máximos de Transmitancia y Resistencia térmica recomendados para edificaciones ubicadas en las zonas climáticas a ser estudiadas, la cual se encuentra graficada en la tabla 2 del ítem 2.1.3 de la presente investigación.

Sin embargo, en el anexo E.2.3 de la norma, se expresa la necesidad de incorporar recomendaciones para otros tipos de edificios, distintos a los contenidos en la Reglamentación Térmica de Viviendas desarrollada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo; explicitando que la ausencia de exigencias para edificaciones públicas éstos no alcancen parámetros necesarios de confort, suponiendo un alto consumo energético citando el ejemplo de escuelas. Finalmente hace hincapié en la revisión de un conjunto de recomendaciones expuestas en un estudio del Ministerio de Obras Públicas realizado el año 2010.

3.4 Leyes y Normativas internacionales Atingentes

3.4.1 ASHRAE 55-2004

Esta norma, “Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy”, desarrollada por la American Society of heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, establece como propósito el especificar la combinación de factores ambientales térmicos y factores de usuarios para la obtención de condiciones ambientales térmicas aceptables para la mayoría de los ocupantes dentro de un espacio interior. Su importancia radica en definir una serie de conceptos ampliamente utilizados en el campo de esta investigación, descritos en el glosario al final de la pesquisa presentada.

Debido a la dificultad de satisfacer las necesidades de confort de cada usuario,

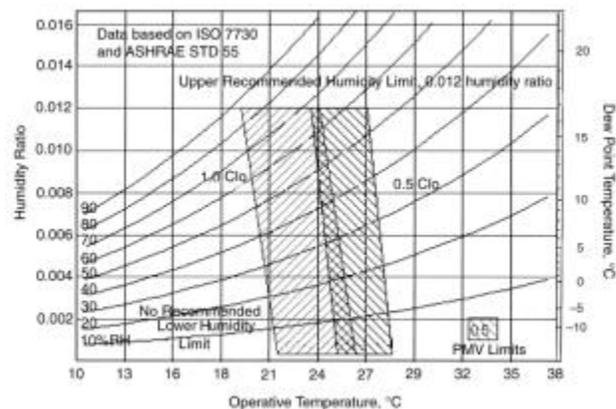


Figura N°5: Rango aceptable de temperatura operativa y humedad para espacios interiores, basado en información de la norma ISO 7730. Fuente: Norma ASHRAE 55 -2004

consecuencia de las variaciones fisiológicas y psicológicas entre personas, se utilizan datos estadísticos para definir las condiciones que un porcentaje específico de ocupantes encuentren técnicamente confortable un recinto. Para la determinación de estas condiciones, se requiere conocer de los usuarios la tasa metabólica y aislación de la ropa; así como de los recintos a analizar se requiere saber la temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad. Dado que estos factores varían en el tiempo, se debe establecer un punto de equilibrio para la determinación de estos parámetros, como lo demuestra la Figura N° 5.

3.4.2 ISO 7730-1984

Esta norma, “Moderate thermal environments –Determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal confort”, desarrollada por la International Organization for Standarization, establece como propósito presentar un método para predecir la sensación térmica y el grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados, así como especificar las condiciones ambientales térmicas aceptables para confort.

Para conseguir determinar condiciones térmicas aceptables en recintos habitables, la norma presenta un método basado en recomendar el porcentaje de ocupantes que consideran aceptable las condiciones ambientales del recinto y los valores asociados con ese porcentaje, basado en el método de Fanger para la valoración del confort térmico (1973). Para su estimación, este método calcula dos índices que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador; denominados Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) y Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted Percentage of dissatisfied).

El PMV, predice el valor promedio de votos de un grupo de personas de acuerdo a una escala de sensación térmica de siete puntos, según lo demostrado en Tabla N° 5:

Tabla N° 5: Valor de equivalencia de índice de voto medio estimado de satisfacción. Fuente: Norma ISO 7730:1996.

Voto medio estimado (PMV)						
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Frio	Fresco	Ligeramente fresco	Neutro	Ligeramente caluroso	Caluroso	Muy Caluroso

El PPD, establece una predicción cuantitativa de la cantidad de personas térmicamente insatisfechas, como lo demuestra la Figura N°6. Para disponer de las necesidades metabólicas de los ocupantes, en relación con la actividad desempeñada, la norma cuenta con una tabla con indicadores referenciales según lo indicado en la Figura N°7.

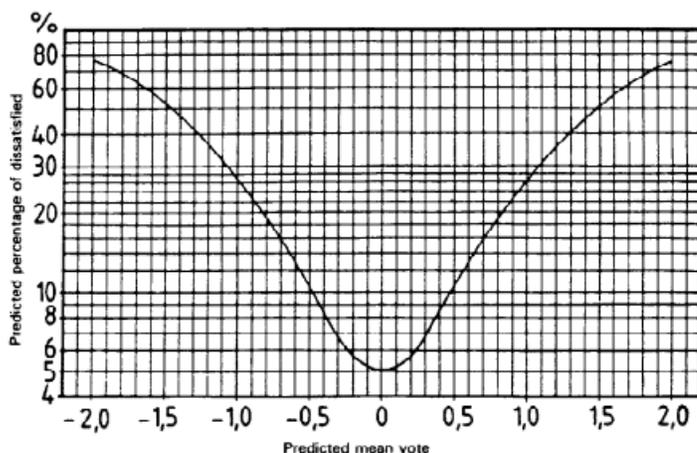


Figura N°6: Gráfico de porcentaje de personas insatisfechas como función del voto medio estimado. Fuente: Norma ISO 7730:1996.

Table A.1 — Metabolic rates

Activity	Metabolic rates	
	W/m ²	met
Reclining	46	0,8
Seated, relaxed	58	1,0
Sedentary activity (office, dwelling, school, laboratory)	70	1,2
Standing, light activity (shopping, laboratory, light industry)	93	1,6
Standing, medium activity (shop assistant, domestic work, machine work)	116	2,0
Walking on the level:		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

Figura N°7: Tasa metabólica de diferentes actividades. Fuente: Norma ISO 7730:1996.

3.4.3 UNE EN 13779-2008

Esta norma, “Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos”, desarrollada por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), es la versión española de la norma Europea, aplicada para el diseño y ejecución de sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire para edificios de uso no residencial con ocupación humana; aplicado principalmente a sistemas de ventilación mecánica con descarga e impulsión de aire ya sistemas híbridos. Basado en prestaciones necesarias para satisfacer las condiciones de calidad del aire al interior de recintos.

Dentro de estas condiciones, establece estándares de calidad de aire interior clasificándola en cuatro categorías según lo expresado en la Tabla N°6, dependientes de la naturaleza de las fuentes de contaminación del aire consideradas y de sus efectos; considerados en términos de percepción de la calidad del aire o sus consecuencias sobre la salud. Para estos índices se toma como referencia al metabolismo humano como única fuente de contaminación del aire, así como la percepción de personas no adaptadas al ambiente interior.

Tabla N° 6: Clasificación básica de la calidad del aire interior. Fuente: Norma UNE EN 13779:2008.

Categoría	Descripción
IDA 1	Calidad del aire interior alta
IDA 2	Calidad del aire interior media
IDA 3	Calidad del aire interior moderada
IDA 4	Calidad del aire interior baja

3.4.4 Real Decreto 1027/2007

Esta norma española, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE – España), se enfoca en elaboración de un enfoque basado en prestaciones y objetivos de funcionamiento de las instalaciones térmicas de los edificios, expresando requisitos necesarios de cumplir, permitiendo el uso de diversas técnicas y nuevas tecnologías. Su aplicación está dirigida para el uso de instalaciones térmicas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) además de las de

producción de agua caliente sanitaria. Establece parámetros necesarios para demanda controlada de ventilación, recuperación de energía y eficiencia en el transporte de aire. Considera como condiciones interiores de diseño de temperatura y humedad relativa del aire, los siguientes parámetros expresados en la Tabla N°7:

Tabla N° 7: Condiciones interiores de diseño estacional para Temperatura operativa y Humedad relativa. Fuente: Norma española 1027/2007 (RITE).

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	≥23°C ≤25°C	≥45% ≤60%
Invierno	≥21°C ≤23°C	≥40% ≤50%

También establece categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios, considerando la clasificación expresada a continuación en la Tabla N°8. Establece además la exigencia de concentración de partículas de CO² en partes por millón en volumen por encima de la concentración en el aire exterior de acuerdo a las categorías antes señaladas

Tabla N° 8: Categorías según tipo de recintos y concentración de CO² exigida de acuerdo a las categorías IDA, Niveles por encima de la concentración en el aire exterior. Fuente: Norma española 1027/2007 (RITE).

Categoría	recintos	ppm
IDA 1	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	350
IDA 2	Oficinas, residencias (recintos comunes de hoteles y residencias de ancianos y estudiantes)	500
IDA 3	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para deporte y Data centers	800
IDA 4	Aire de baja calidad	1.200

3.5 Referentes de Calidad Ambiental Interior Locales e Internacionales

Las políticas públicas de gestión eficiente de la energía, han impulsado en los últimos años en Chile un conjunto de iniciativas público – privadas tendientes al desarrollo y pesquisas en conjunto con universidades y fundaciones, con el propósito de promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía, promoviendo la articulación de diversas acciones en los distintos sectores del progreso energético nacional, para el desarrollo competitivo y sustentable del país.¹⁸

En algunos casos, estas iniciativas han impulsado al desarrollo de nuevas normas y reglamentos para exigir la aplicabilidad de estrategias que fomenten la utilización de estos recursos, que muchas veces queda limitado al estatus de recomendaciones, principalmente por la presión ejercida por organizaciones gremiales del área de la construcción que consideran estas estrategias como incremento en el costo de ejecución de las obras civiles.

Tomando en consideración las exigencias normativas antes descritas, se procede a revisar la existencia y aplicabilidad de estrategias de calidad ambiental interior, que pudiesen servir de referencia para la definición de estándares de confort higrotérmico, calidad del aire interior y demanda energética para Residencias de Lactantes Chilenas.

Se revisarán términos de referencia locales e internacionales, algunos de ellos de carácter consultivo voluntario, así como otros de carácter obligatorio.

3.5.1 Proyecto Innova CORFO. CITEC, Universidad del Bío -Bío

El proyecto, denominado “Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental y uso eficiente de Energía en Edificaciones Públicas mediante monitorización de edificios construidos” encargado por la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas

¹⁸ **Fuente:** *Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE).*

y ejecutado por el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción CITEC, de la universidad del Bío-Bío, consiste en la elaboración de un documento denominado “Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos”; el cual está compuesto por un conjunto de estrategias de diseño arquitectónico pasivo y la evaluación de su aplicabilidad en el diseño y ejecución de diez edificaciones públicas a lo largo del país.

Dentro de los alcances de esta investigación, se consideró la evaluar en fase de post ocupación, los desempeños energéticos y ambientales de estos edificios; para lo cual se requirió implementar sistemas de monitorización tendientes a medir los consumos energéticos, parámetros físico-constructivos y calidad ambiental de estos edificios; acompañado de la aplicación de encuestas de percepción para confrontar la calidad ambiental medida con la opinión de los usuarios. Su aplicación está enfocada en la ejecución de edificios públicos nuevos y mejoramiento de edificios existentes mayores a 1.000 m² que hayan sido intervenidos en más del 50% de su envolvente.

En cuanto a requisitos de calidad del Aire Interior, propone un conjunto de exigencias mínimas a ser cumplidas, basadas en parámetros establecidos en la Norma Chilena NCh 3308:2013¹⁹ y otras internacionales como ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 2010²⁰ por para lo cual se requiere obtener mediciones que entreguen indicadores para permitir su evaluación: dentro de las que destacan: tasa de aire exterior por persona, tasa de aire exterior por superficie, Área de superficie de ventana practicable y Porcentaje de tiempo de ocupación, como lo demuestra la Tabla N°9.

¹⁹ *NCh 3308:2013. Ventilación- Calidad aceptable de aire interior – Requisitos.*

²⁰ *ASHRAE 90.1. Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*

Tabla N° 9: Indicadores de calidad del aire interior. Fuente: Requisitos de Calidad del Aire Interior. Presentación elaborada por el CITEC-UBB para Ministerio de Energía – Obras Públicas – Subdere. (2014).

Indicador	Unidad	Definición
Tasa de aire exterior por persona, Tap	l/s persona	Caudal de aire exterior fresco por persona, según tipo de ocupación
Tasa de aire exterior por superficie, Tas	l/s m ²	Caudal de aire exterior fresco por unidad de superficie del recinto a ventilar
Área de superficie de ventana practicable, Av	m ²	Área de ventana a ser abierta
Clase de permeabilidad al aire de ventanas, Cv	m ³ /h m ²	-
Porcentaje de tiempo de ocupación, PTO	%	Tiempo en que la concentración de CO ₂ se encuentra bajo 1.000 ppm (Umbral de ventilación defectuosa)

Para el caso de tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración para Edificios Educativos y de Salud, expresa los siguientes rangos mínimos en la Tabla N°10:

Tabla N° 10: Tasas mínimas de ventilación para recintos en edificios educativos y de salud. Fuente: Requisitos de Calidad del Aire Interior. Presentación elaborada por el CITEC-UBB para Ministerio de Energía – Obras Públicas – Subdere. (2014).

Tipo de recinto	Índice de aire exterior	
	Tap (l/s persona)	Tas (l/s m ²)
Jardín infantil (hasta 4 años)	5,0	0,9
Sala de Uso múltiple	3,8	0,3
Sala de Pacientes	5,0	0,9
Sala de Tratamiento /Recuperación /Aislamiento	8,0	1,2

Para exigencias de concentración límite de CO₂, toma como referencia lo indicado en la norma UNE 15251:2008²¹, equivalente a lo expresado en la norma española enunciada en el ítem 3.4.4 de la presente investigación. Como criterios de desempeño, fueron propuestos parámetros a ser alcanzados para considerar un recinto con buena calidad ambiental interior, según lo indica la Tabla N°11:

²¹ **Norma UNE-EN 15251:2008.** Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, Iluminación y ruido.

Tabla N° 11: Criterios de desempeño para calidad del aire. Fuente: Requisitos de Calidad del Aire Interior. Presentación elaborada por el CITEC-UBB para Ministerio de Energía – Obras Públicas – Subdere. (2014).

	Criterio de desempeño	Parámetros
1	Flujos mínimos por zona de respiración	Flujo de aire exterior a lo menos igual a la suma de las necesidades por personas y por unidad de superficie, siendo < a un 20%
2	Concentración de CO ²	< que el nivel 1.000 ppm
3	Área de abertura	Área practicable de ventana igual a la resultante por estudios de ventilación pasiva
4	Clase de permeabilidad de ventanas	Clase de permeabilidad al aire de las fachadas según Zona climática del edificio.

Para la comprobación de exigencias para ventilación pasiva y activa en fase de post ocupación, se considera lo siguientes criterios indicados en la Tabla N°12

Tabla N° 12: Frecuencia de concentración de CO² aceptable bajo el indicador límite para calidad del aire. Fuente: Requisitos de Calidad del Aire Interior. Presentación elaborada por el CITEC-UBB para Ministerio de Energía – Obras Públicas – Subdere. (2014).

Concentración de CO ² medida a la altura de la cabeza de una persona sentada durante una semana en invierno se mantenga bajo el umbral 1.000 ppm por:	
Ventilación pasiva	Ventilación activa
A lo menos 60% tiempo de ocupación de recintos de aulas.	A lo menos 80% tiempo de ocupación de recintos de aulas.
A lo menos 70% tiempo de ocupación de oficinas y áreas de atención.	A lo menos 80% tiempo de ocupación de oficinas y áreas de atención.

Recientemente (2015) estas estrategias e indicadores fueron reevaluadas, a partir de la experiencia comparada de diversas mediciones instrumentales que monitorearon el desempeño de un conjunto de edificaciones terciarias, a partir de la cual se han complementado indicadores e incrementado nuevas exigencias. Para recintos de salas de clases que dependen únicamente de estrategias pasivas de ventilación, se debe asegurar las siguientes áreas de admisión de aire por zona climática, según lo indicado en la Tabla N°13:

Tabla N° 13: Área de Admisión de aire aceptable para ventanas de aulas en zona climática SL y SI. Fuente: Profesor Dr .Ms. Ariel Bobadilla Director CITEC-UBB para revisión TDR Ministerio de Obras Públicas. (2015).

Zona climática	Área de apertura de ventana por usuario
Sur Litoral (SL)	0,075 m ²
Sur Interior (SL)	0,082 m ²

En relación a los valores límites de confort higrotérmico, la revisión realizada por CITEC, propone parámetros de temperatura operativa y humedades relativas del aire para recintos bajo sistemas activos de calefacción y/o refrigeración, según lo señalado en la Tabla N°14:

Tabla N° 14: Temperatura operativa y Humedad Relativa recintos con sistemas activos de calefacción y/o refrigeración. Fuente: Profesor Dr .Ms. Ariel Bobadilla Director CITEC-UBB para revisión TDR Ministerio de Obras Públicas. (2015).

recinto	calefacción		refrigeración	
	To (°C)	H.R (%)	To (°C)	H.R (%)
Salas de clases	19°C – 22°C	50% ± 10%	n/a	n/a
Dormitorios internado			22°C – 24°C	50% ± 10%
Habitaciones salud				

Para el caso de frecuencias de temperatura operativa (Ft) dentro del rango de confort para recintos analizados pasivamente, se proponen valores límite para recintos de salud y educativos, entre otros, **mayores o iguales al 60%**; para edificios ubicados en zona SL y SI.

3.5.2 Certificación EPB (Energy Performance of Buildings)

Consiste en un conjunto de normas europeas sobre eficiencia energética, vigente en Bélgica desde el año 2008 para el diseño y ejecución de todos los edificios que requieren licencias urbanísticas para su funcionamiento. Para el caso de Bélgica, los reglamentos de EPB son actualmente las únicas medidas directas que imponen un determinado nivel de aislamiento térmico. De esta manera, obliga a la obtención de un certificado de eficiencia energética, donde se cualifica el nivel de eficiencia alcanzado por el edificio,

denominado PEB “Performance énergétique des bâtiments”²². Según la tipología de funcionamiento del edificio requiere cumplir una serie de indicadores de calidad ambiental mínimos, como se demuestra en la Figura N°8.

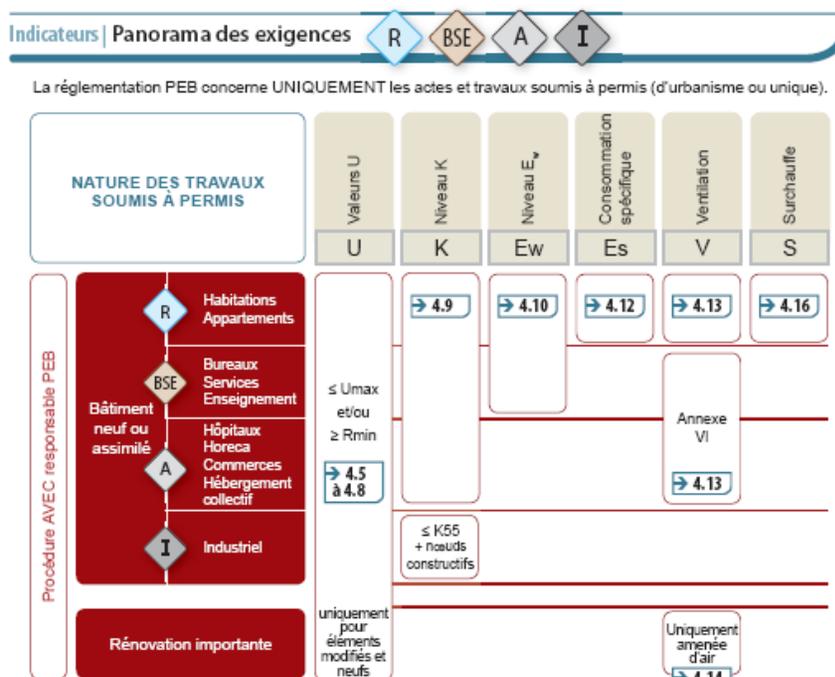


Figura N° 8: Panorama de exigencias energéticas para edificios nuevos en Región Belga de Valonia. Fuente: Guide EPB – édition avril 2014.

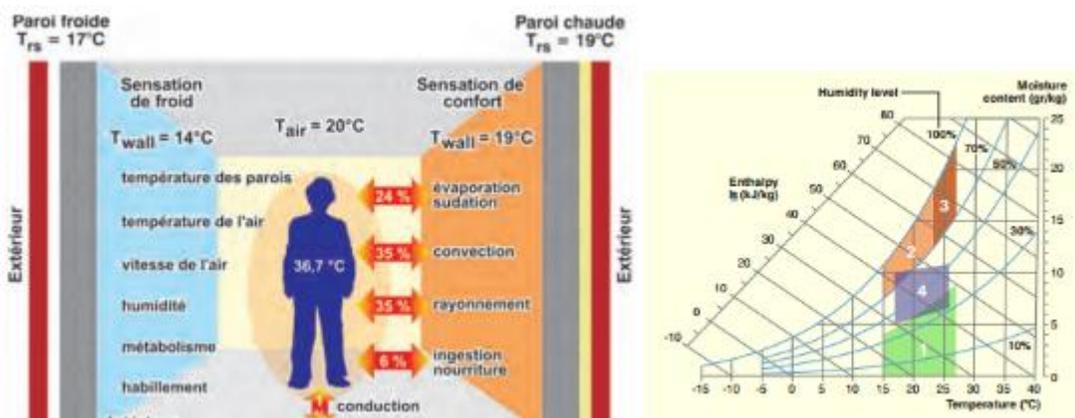
Para el caso de edificios escolares, cuenta con el desarrollo de una guía denominada “Rénovation soutenable des bâtiments scolaires”. Considera como parámetros de referencia para determinar el confort térmico:

²² PEB. Fuente: <http://energie.wallonie.be/nl/index.html?IDC=6018> “Portail de l’energie en Wallonie”.

- Metabolismo: bajo condiciones de temperatura del cuerpo de 36,7°C. Figura N°9.
- Vestimenta: como resistencia térmica a la transferencia de calor entre la superficie de la piel y el medio ambiente.
- Temperatura percibida de confort (operativa): $(T^{\circ} \text{ aire} + T^{\circ} \text{ muros})/2$, con un rango de T° para calefacción entre 20°C y 24°C; y T° para enfriamiento entre 23°C y 26°C. Figura N°10.
- Velocidad del aire: $\leq 0,2 \text{ m/s}$.
- Humedad relativa del aire: considerada como de impacto menor en la sensación de confort de una persona en un edificio, siendo aparente solo cuando es menor a 30% y mayor a 70%. Para condiciones óptimas se considera un parámetro entre 40% y 65%, en condiciones de temperatura interior de 22°C.

Considera como parámetros influenciadores del el confort respiratorio, basado en una concentración máxima de CO² sobre la concentración externa de 500 ppm y un PPD de 20%:

- Tasa de renovación de aire: 7 l/s y 25,2 m³ /h por persona, cercano al indicador señalado por norma europea EN 13779:1999 para calidad de aire estándar (renovación de aire de 22 m³/h persona, como cita el ejemplo de la Figura N° 11.



Figuras N°9 y 10: intercambios de calor de una persona en ambiente interior tipo, en condiciones de temperatura de aire de 20°C y Estrategias de Confort Higrotérmico según Diagrama de Givoni. Fuente: Guide de la Renovation soutenable des bâtiments scolaires. SPW – Wallonie et l’Université catholique de Louvain la Neuve. Belgique -2015.

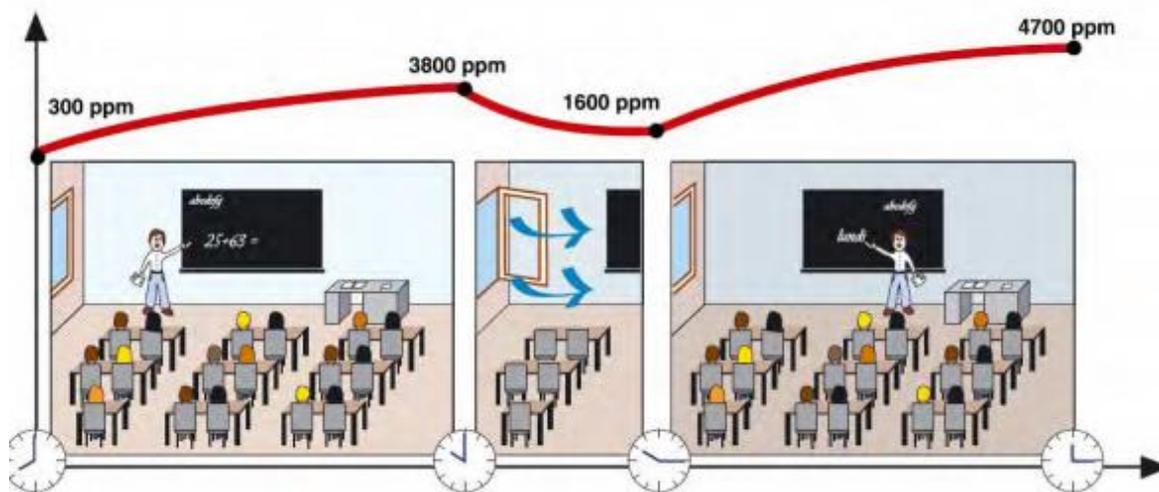


Figura N° 11: Ejemplo de la evolución de la concentración de Co₂ dentro de una aula. Para el caso de un recinto interior con 25 ocupantes y sin un sistema mecánico de ventilación, se estima una tasa de infiltración de 0,2 vol/h, mientras se encuentra ocupada y 4 vol/h durante el receso. Fuente: Guide de la Renovation soutenable des bâtiments scolaires - 2015.

3.5.3 Estándar PassivHaus

Desarrollado por el Passivhaus Institut de Darmstad, Alemania, consiste en un conjunto de criterios necesarios para alcanzar temperatura ambiente agradable sin calentamiento convencional en invierno ni aire acondicionado en verano. Para el caso de estándares definidos para Edificios no residenciales (Kindergarten), se debe dar cumplimiento a indicadores de consumo energético menores a los señalados a continuación, en cuatro categorías, como lo indica la Tabla N° 14:

Tabla N° 14: Categorías e indicadores de consumo energético para Kindergarten PH. Fuente: EPB Renovation soutenable des bâtiments scolaires - 2014.

Categorías	Indicadores de consumo energético
Demanda de calefacción	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ó carga de calefacción $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
Demanda de refrigeración total	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Demanda total específica de energía Primaria	$\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Hermeticidad (valor n50 en test presurización)	$\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

En relación a las condiciones necesarias para la metodología de cálculo en guarderías infantiles, se debe considerar lo siguiente:

- Datos climáticos regionales (diferencias de altitud se ajustan a $-0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ por cada 100 m altitud), además de datos climáticos del usuario, disponibles de acuerdo a PHPP²³.
- Temperatura interior de Diseño, aplicada en base a la norma EN 12831²⁴.
- Criterios de confort térmico según normativa ISO 7730²⁵.

²³ **PHPP:** *Passive House Planning Package*, software de cálculo para balances energéticos según los estándares señalados por el Passive House Institute.

²⁴ **Norma UNE-EN 12831:2003** *Heating systems in buildings – method for calculation of the design heat load*

²⁵ **Norma ISO 7730:** 2005 *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.*

- Ganancias internas de calor: Guarderías = $2,8\text{W}/\text{m}^2$ ²⁶.
- Índices y períodos de ocupación determinados para cada proyecto según su utilización.
- Determinación de flujos de aire promedio para ventilación basados en demanda de aire fresco de 15 – 30 m³/h por persona, considerando diferentes tipos de ventilación y horas de funcionamiento del sistema además de tiempos de funcionamiento para pre-ventilación y post-ventilación cuando el sistema es apagado.
- Valores U: *elementos opacos*, según norma EN 6946²⁷ y considera valores de conductividad térmica establecidos por normativa nacional; *ventanas y puertas*, según valores de transmitancia del marco, puente térmico de instalación según norma EN 10077²⁸ y valor puente térmico de instalación según norma EN ISO 10211²⁹.
- Vidrio: valor de la transmitancia del vidrio calculado según EN 673³⁰ y factor solar de acuerdo a EN 410³¹.

²⁶ Valores sólo serán usado a menos que el Passivhaus Institut especifique otros valores nacionales, los cuales solo están permitidos si se demuestra que el uso real diferirá del uso en el cual los valores están basados por defecto.

²⁷ **Norma UNE-EN ISO 6946:2012** Buildings components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – calculation method

²⁸ **Norma UNE – EN ISO 10077:2012** Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – part 2: Numerical method for frames – Technical corrigendum 1

²⁹ **Norma UNE – EN ISO 10211:2012** Thermal bridges in building construction – heat flows and surface temperatures – detailed calculations.

³⁰ **Norma UNE - EN 673** Glass in building – Determination of thermal transmittance (U value) – calculation method.

³¹ **Norma UNE – EN 410** Glass in building – Determination of luminous and solar characteristics of glazing.

Para el rendimiento térmico de muros, se utilizan como referencia los siguientes indicadores, demostrados en la Tabla N°15:

Tabla N° 15: Diversos indicadores exigidos en Europa para ventilación y calidad del aire.
Fuente: Guide de la Renovation soutenable des bâtiments scolaires - 2015.

Coeficiente de transmisión térmica (Valor U máximo)	Indicador (Europa Central)
Muros exteriores	0,11 W/m ² K
Cubierta	0,11 W/m ² K
Losa de suelo	0,15 W/m ² K
Superficie vidriada de puerta o marco	0,8 W/m ² K
Conjunto marco – acristalamiento ventana	0,8 W/m ² K

Finalmente, de modo comparativo, algunos países europeos utilizan criterios específicos para garantizar la comodidad en las aulas, como se demuestra en la Tabla N° 16:

Tabla N° 16: Diversos indicadores exigidos en Europa para ventilación y calidad del aire.
Fuente: Guide de la Renovation soutenable des bâtiments scolaires - 2015.

	Dinamarca	Austria	Bélgica	Inglaterra	USA
	Building Code	EN 13779	EN 13779		ASHRAE 62.1:2001
Tasa de ventilación mínima en clases	3 a 5 l/s persona + 0,35 l/s m ² de superficie	5,5 l/s persona ó 19,8 m ³ /h	5,5 l/s persona ó 19,8 m ³ /h	3 a 5 l/s persona ó 11 a 18 m ³ /h	7 l/s persona ó 25,2 m ³ /h
Exigencias suplementarias	Control de CO ² para 1.000 ppm		-	-	-

3.6 Referentes Tipológicos Internacionales

Con el propósito de contar con referentes tipológicos adecuados para establecer estándares de calidad ambiental en la planificación y mejoramiento de R.L se toman en consideración 2 guarderías ubicadas en clima templado frío de Europa, quienes cuentan con regulaciones normativas de confort ambiental y eficiencia energética aplicadas metodológicamente.

3.6.1 Guardería infantil – Nivelles, Bélgica

EDIFICIO : Centre de la Petite Enfance de Nivelles ASBL
PROPIETARIO : Administración Municipal de Nivelles.
ARQUITECTOS: BURO II & ARCHI+I.
UBICACIÓN : 1 Boulevard de la Dodaine 1400, Nivelles – Bélgica.
LATITUD : 50° 35' 47" N
LONGITUD : 4° 19' 25" E
ELEVACION : 101 m.s.n.m.
SUPERFICIE : 880 m2
OCUPACIÓN : de 07:00 a 18:30 hrs.



Figura N° 12:
Emplazamiento guardería infantil Nivelles, Bélgica.
Fuente: Google Earth.



Figuras N° 13,14 y 15: Exterior guardería infantil Nivelles, Bélgica. Fuente: <http://www.b2ai.com/en/projects/detail/passive-creche-nivelles>



Figura N° 16: Planta guardería infantil Nivelles, Bélgica.
Fuente: <http://www.b2ai.com/en/projects/detail/passive-creche-nivelles>



Figuras N° 17 y 18: Fachadas guardería infantil Nivelles, Bélgica.

Fuente: <http://www.b2ai.com/en/projects/detail/passive-creche-nivelles>



Figuras N° 19, 20 y 21: Interiores guardería infantil Nivelles, Bélgica.
Fuente:<http://www.b2ai.com/en/projects/detail/passive-creche-nivelles>



De acuerdo a su descripción³², consiste en la ampliación de la Guardería de niños llamada “Les enfants du Monde”. El edificio está situado en un área verde y de interés de un sector semirural del municipio. La guardería existente está compuesta de dos secciones de 18 plazas (dimensionada

³² **Fuente:** <http://www.b2ai.com/fr/projets/detail/creche-passive-nivelles> Buro II Architects

sobre la base de 25 infantes inscritos por sección) y de diferentes oficinas administrativas para el personal y servicios.

Junto a las limitaciones espaciales del emplazamiento, este proyecto presentó el desafío de diseñar un edificio energéticamente eficiente. La estrecha cooperación y comunicación entre el arquitecto, un consultor de sostenibilidad y funcionarios municipales dieron lugar a la decisión de concebir el proyecto respetando los estándares de diseño pasivo. En el mismo espíritu, los posteriores trabajos de renovación del edificio existente serán contemplados a fin de mejorar las prestaciones energéticas.

a) Arquitectura. Es completamente acorde con la función del edificio (el mundo lúdico de los niños). Se utilizó madera para la estructura y para las fachadas debido a su aspecto cálido y la sensación y sus propiedades técnicas. Hacia la calle, la fachada presenta aperturas controladas para establecer un contacto visual, potenciando la interacción de los niños con el entorno y evidenciando el carácter lúdico de los recintos vistos desde el exterior.

b) Ingeniería. La fachada sur (que recibe el mayor asoleamiento en el hemisferio norte) es muy abierta y conduce a un gran patio con una vista del parque con el fin de beneficiarse al máximo de la mejora de la insolación. Las fachadas noreste y noroeste son más cerradas con el fin de limitar las pérdidas de calor. La interacción de las pendientes del techo crea posibilidades para la ventilación natural y la refrigeración.

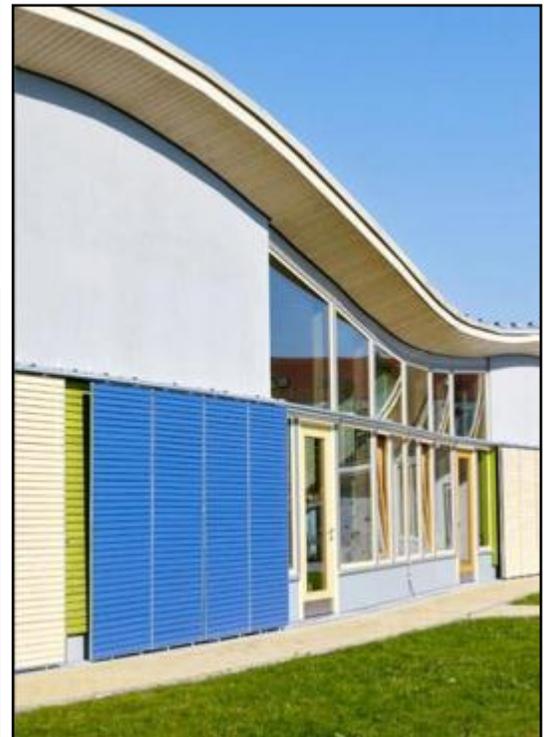
c) Normativas de eficiencia energética aplicadas. De acuerdo a regulaciones Europeas de eficiencia energética, el rendimiento energético de los edificios se rige a partir de los niveles generales de aislamiento del edificio en su conjunto (valor K) el cual no puede ser mayor de 40 unidades ($K < 40$). Para el caso de este edificio, el nivel K certificado es K13, catalogado como construcción pasiva.

3.6.2 Guardería infantil – Heidenau, Alemania

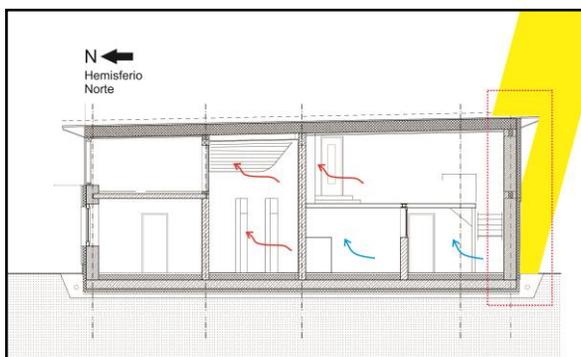
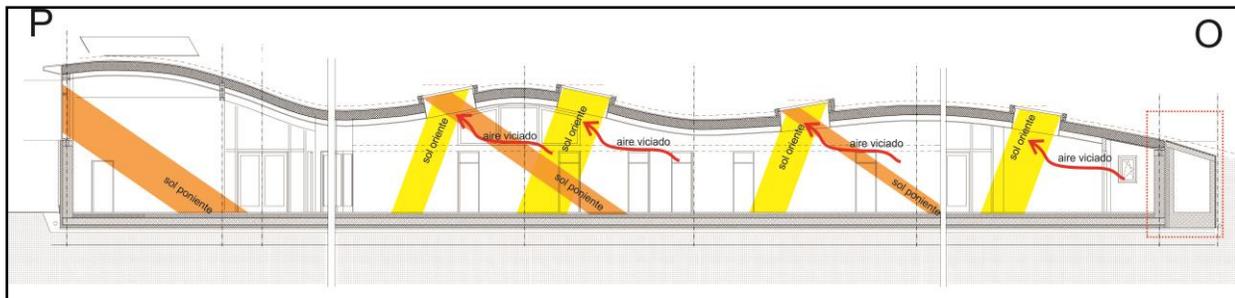
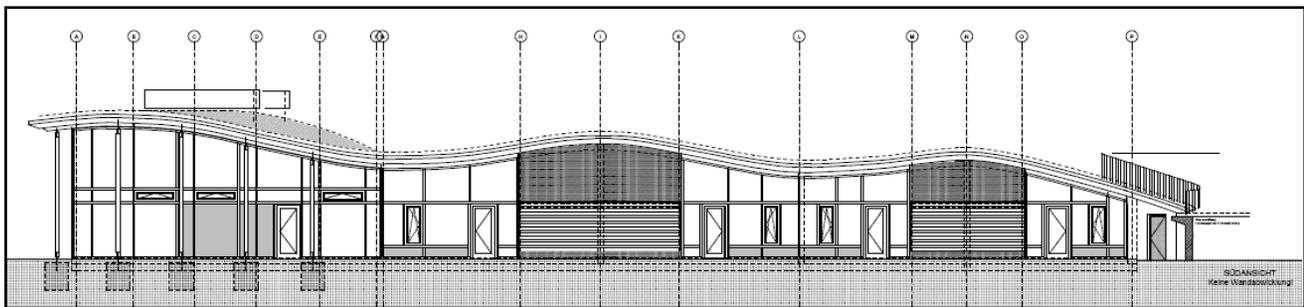
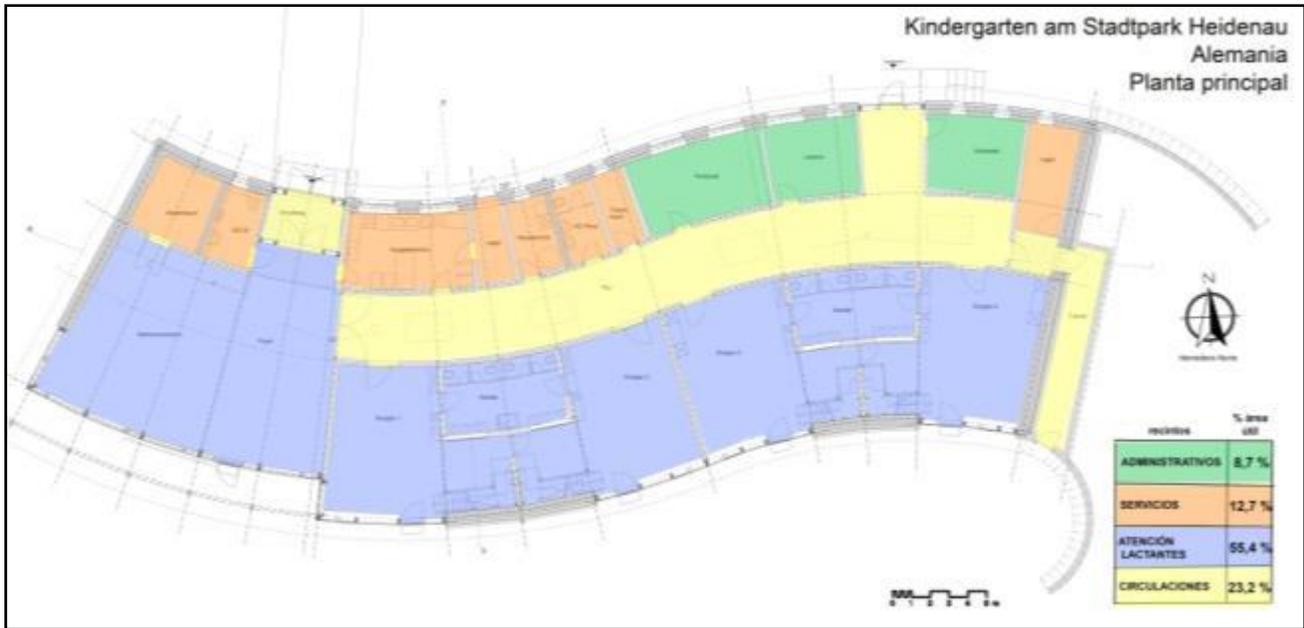
EDIFICIO : Kindergarten am Stadtpark Heidenau.
PROPIETARIO : Administración Municipal de Heidenau, Alemania.
ARQUITECTOS: Reiter und Rentzsch, Dresden.
UBICACIÓN : Diesterwegstraße 19 01809, Heidenau.
LATITUD : 50° 58' 19" N
LONGITUD : 13° 52' 02" E
ELEVACION : 120 m.s.n.m.
SUPERFICIE : 220 m2
OCUPACIÓN : de 07:00 a 18:30 hrs.



Figura N° 22: Emplazamiento guardería infantil Heidenau, Alemania. Fuente: Google Earth.



Figuras N° 23, 24 y 25: Exterior guardería infantil Heidenau, Alemania. Fuente: <http://www.heinze.de/architekturobjekt/die-perfekte-welle-im-stadtpark-von-heidenau/11722798>



Figuras N° 26, 27, 28 y 29: Planta, elevación y cortes guardería infantil Heidenau, Alemania.



Figuras N° 30, 31 y 32: Interior guardería infantil Heidenau, Alemania. Fuente: <http://www.heinze.de/architekturobjekt/die-perfekte-welle-im-stadtpark-von-heidenau/11722798>

En 2007, el municipio de Heidenau decidió construir una nueva guardería para 72 niños en el extremo norte de un parque público, para lo cual se consideró integrar el edificio al parque convirtiéndolo en parte del paisaje urbano de éste. El edificio fue diseñado mediante los estándares Passivhaus³³.

a) Calefacción. La demanda de calefacción por diseño es de 15 Kwh. / m². El suministro necesario residual de calor (7 Kw. normal, para una demanda de calefacción máxima de 23 Kw.) es entregada a través de la red de calefacción urbana. La estación de transferencia se encuentra sobre la sala de reuniones. Por razones de comodidad, las superficies de calefacción instaladas son las siguientes:

³³ **Passivhaus:** Estándar de certificación para edificios con baja demanda energética., utilizado en Alemania desde 1990.

- Salas grupales: paneles de calefacción de 4 m².
- Salas de Personal y otras habitaciones: radiadores planos.
- Salón de uso múltiple: calentador de zócalos.

Todos los sistemas son equipos de baja temperatura controlados por termostato de acuerdo a cada sala. Un sistema de energía solar térmica con una tasa de cobertura del 70 % proporciona el agua caliente. Los principales componentes del sistema son los colectores de placa plana (12m²) en el techo y tanque de almacenamiento interno (750 l).

b) Ventilación. La ventilación natural es suministrada mediante aire fresco. En los meses de invierno, la ventilación es controlada con recuperación de calor, la ventilación y la parte del suministro de calor. Los datos más importantes del sistema de ventilación son:

- Índice de recuperación de calor en un 90%.
- Caudal máximo de renovación 1.350 m³ / h.
- Entrada de aire fresco en el techo.
- Instalación de conductos de ventilación en el forro del techo.

El volumen de suministro y renovación de aire son variables y controlados en los principales recintos habitables (Sala multiuso, vestíbulo, salas comunes). El control se lleva a cabo dependiendo del nivel de CO₂ en las habitaciones o de la temperatura ambiente en comparación con el valor máximo o mínimo admisible. Dentro de las horas de operación en operación estándar el sistema de ventilación en fase I - Ventilación básica (510 m³ / h). Mientras la temperatura del aire no alcance los 21 - 23 °C se mantiene activa la fase máxima de ventilación (1.270 m³ / h). La temperatura del aire de suministro para el modo de calefacción en las fases I - III es de 45 °C. La temperatura mínima del aire de impulsión es 17 °C. Después de alcanzar este límite, la temperatura del aire de escape suministra calor a la Bobina de calentamiento reduciendo consumo, funcionando el dispositivo en fase I; los requisitos respectivos se pueden sustituir, teniendo en cuenta priorizar el suministro para salas grupales.

La operación del sistema de calefacción del edificio desde la ignición inicial mecánica tarda 1 - 2 horas para completar, por lo que se regula de manera automática antes de recibir la operación regular de la guardería. Simultáneamente con esto, el calentamiento alcanza el edificio. Durante el tiempo de calentamiento la bobina de calentamiento de la unidad de tratamiento de aire suministra una mayor temperatura de impulsión (52 ° C). Al llegar a la temperatura ambiente conduce a una limitación del suministro de calor.

En el modo de verano, es decir, a una temperatura del aire exterior > 18 ° C se saca de funcionamiento del ventilador de la fuente de calor, el ventilador de extracción se ejecuta en la fase I (para ventilar instalaciones sanitarias y cocina).

3.7 Resumen del Estado del Arte

A modo de análisis comparativo de los antecedentes pesquisados en artículos, normas y estándares locales e internacionales, se procedió a clasificar las informaciones cuantitativas relacionadas con el desempeño ambiental interior relacionadas con la tipología en estudio, a partir del cual se pretende definir los criterios sobre los cuales establecer indicadores de desempeño, rangos de aceptabilidad y frecuencia de indicadores bajo condiciones de confort ambiental higrotérmico y calidad del aire en recintos habitables de residencias de lactantes, según lo graficado en la tabla n° 17:

Tabla N° 17: Estado del Arte. Análisis comparativo de las informaciones cuantitativas referidas en el estudio. Fuente. Elaboración propia.

			Calidad Ambiental interior									
			Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)			Calidad del aire			
			media	rango	Confort Interior	media	rango	Confort Interior	Sup. Ventilac.	Renovac.	ppm CO ²	Frec.
ESTUDIOS	LOC	Guía E.E. Vivienda Social (2009)	-	-	20 (vivienda)	-	-	75	-	-	-	-
	INT	Malchaire & Durieux (2004)	-	-	22 (Lactante)	50	entre 40 y 60	-	-	-	-	-
TIPO	LOC	Clínicas PEDIÁTRICAS	-	-	21 (inv) m22 (ver)	-	-	-	-	-	-	-
LEYES / NORMAS	LOC	MINEDUC D.S. N°393/2010	-	-	18 a 20	-	-	-	-	-	-	-
		MINVU D.S. N° 47/2011	-	-	-	-	-	-	6% planta (Art.4.5)	20m ³ /hora p.persona	-	-
		MINSAL D.S. N° 594/1999	-	entre 10 y 30	-	-	-	-	-	-	-	-
		INN Nch853(1991)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		INN Nch1079 (2008)	12 a 17 (normal)	entre 9 y 14	20 (dia) 17 (noct)	-	entre 45 y 65 (norma)	-	-	-	-	-
	INT	ISO 7730:1984	20 a 24 (inv)/ 23 a 26 (ver)	+ 2 (inv) / +- 1,5 (ver)	Variable	50	entre 30 y 70	Variable	-	-	-	-
ESTÁNDARES	LOC	CITEC (2015)	-	-	-	-	-	-	-	18m ³ /hora persona (Jard.Inf)	< 1.000 ppm	60% (Ocupac aulas)
	INT	PEB Perform. Énergetique Bâtim.	-	20 a 24 (calef) 23 a 26 (enfr)	22	-	entre 40 y 65	-	-	25,2m ³ /hora persona	-	-
		RITE-2007 E. E. Renovación Aire	-	-	21 a 23 (inv) / 23 a 25 (ver)	-	-	40 a 50(inv) 45 a 60(ver)	-	-	350 ppm sobre exterior (IDA1)	-
		PH PassiveHaus	-	-	-	-	-	-	-	19,8m ³ /hora persona	350 ppm sobre ppm exterior (IDA1)	-

Capítulo 4. Caracterización de los Casos de Estudio

Utilizando la pauta de descripción desarrollada por CITEC³⁴, se procede a caracterizar los casos de estudios a analizar, para lo cual se considera la evaluación de tres ejemplos tipológicos que desempeñan función de residencias de lactantes y una Sala Cuna con régimen de atendimento diurno, las cuales se localizan dentro de territorios pertenecientes a zonas Térmicas SI y SL de acuerdo a la NCh 1079:2008.

Funcionalmente, todas atienden usuarios de 0 a 24 meses en periodo de lactancia, con similares actividades de funcionamiento pero con algunas diferencias en los periodos de ocupación y en el estatus de acondicionamiento ambiental en que se encuentran operativas.

De los 3 casos de estudio, dos de ellos funcionan como Residencia de Lactantes propiamente tal, pertenecientes al Servicio Nacional de Menores, los cuales se caracterizan por tener rutinas de ocupación las 24 horas del día, 7 días a la semana y con capacidad de atención especializada entre 60 y 85 usuarios lactantes entre 0 y 24 meses.

Un tercer caso de estudio, funciona bajo el régimen de Sala Cuna de atención diurna, administrado por la Fundación Integra, caracterizado por ofrecer servicio de cuidado, alimentación y estimulación temprana a lactantes durante horario de jornada laboral de lunes a viernes y capacidad de atención especializada para 25 usuarios. El motivo por el cual se decidió tomar este caso de estudio es que el proyecto arquitectónico de la Sala Cuna fue desarrollado mediante estrategias de diseño para confort térmico y eficiencia energética.

Para cada uno de los 3 casos de estudio, se analizaron 2 recintos:

³⁴ **PROYECTO INNOVA CHILE N° 09 CN 14-5706.** Informe de resultados monitorización Edificio Escuela e Internado Francisco Valdés Subercaseaux, Comuna de Curarrehue, Región de la Araucanía. Abril de 2011.

- Sala Dormitorio (o Sala Cuna): que alberga en cada caso las cunas para el descanso y protección elemental de los lactantes, así mismo algunas instalaciones para el aseo y muda de ropa de los lactantes.
- Sala de Actividades: que alberga equipos, muebles y elementos didácticos para el desarrollo de las terapias de estimulación temprana, necesarias para la formación psicomotriz de los lactantes, así también acontecen las actividades de lactancia y alimentación dependiendo del rango etario en que los usuarios se encuentren.

A continuación, se presentan las características climáticas, constructivas y arquitectónicas de los tres casos en estudio; describiendo su materialidad, diseño, componentes principales, y sistemas de acondicionamiento ambiental interior para cada edificación.

4.1 Caso N°1: Residencia de Lactantes Arrullo – Concepción

4.1.1 Identificación del edificio y entorno

EDIFICIO : Centro Lactantes Arrullo.
PROPIETARIO : Servicio Nacional de Menores.
UBICACIÓN : Calle La Virgen N° 420, Concepción.
LATITUD : 36° 46' 22" S
LONGITUD : 73° 03' 47" O
ELEVACION : 12 m.s.n.m.
ZONA CLIMÁTICA : Sur Litoral (según NCh 1079)
ZONA TÉRMICA : N° 4 (según NCh 0853)

El Centro de Lactantes Arrullo se encuentra ubicado en la Región del Bío - Bío, provincia de Concepción, comuna de Concepción. La comuna posee una población estimada de 214.926 habitantes (Censo 2012) de los cuales 98,12 % vive en zona urbana. El edificio se encuentra en el barrio La Virgen, a los pies del cerro del mismo nombre, cercano al casco histórico de la ciudad de Concepción.

Se encuentra al costado Sur oriente de la calle y las edificaciones que conforman el conjunto están compuestas por un módulo principal de 2 pisos a lo largo de un eje NE-SO y un segundo módulo de un piso en un eje NO-SE.

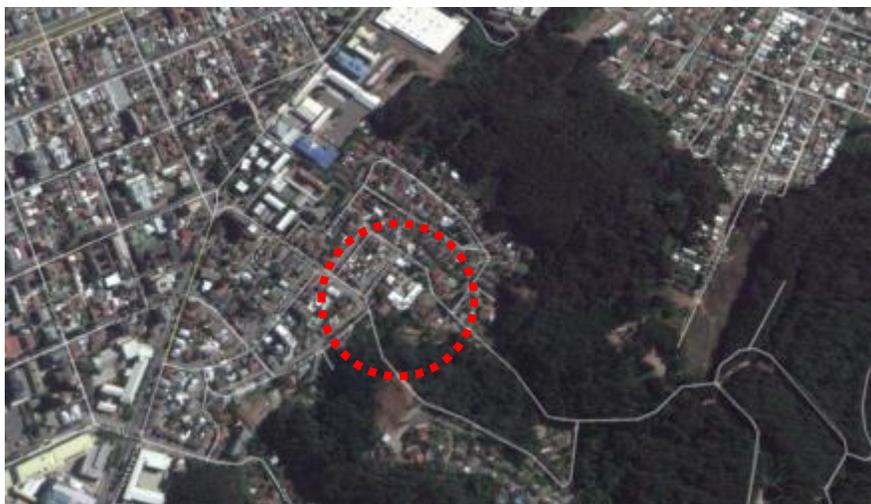


Figura N° 33: Emplazamiento Centro de Lactantes Arrullo, Concepción. Fuente: Google Earth.



Figura N° 34: Plantas Centro de Lactantes Arrullo, Concepción. Fuente: Elaboración propia con informaciones planimétricas de la Unidad de infraestructura del SENAME.

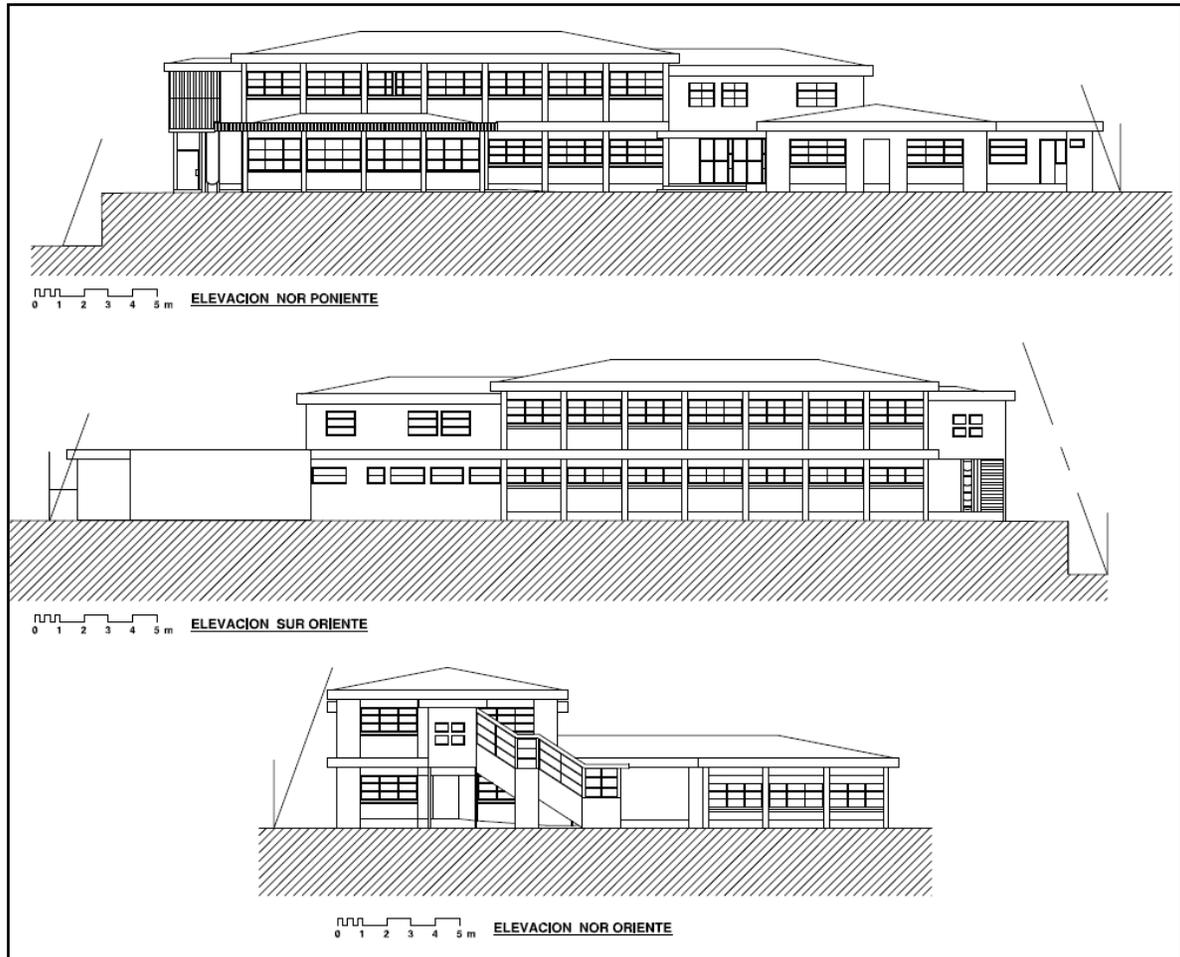


Figura N° 35: Elevaciones Centro de Lactantes Arrullo, Concepción. Fuente: Elaboración propia con informaciones planimétricas de la Unidad de infraestructura del SENAME.



Figura N° 36: Fotografía fachada principal Centro de Lactantes Arrullo, Concepción. Fuente: Elaboración propia.



Figuras N° 37 a 39: Fotografías obras de ampliación Centro de Lactantes Arrullo, Concepción. (2009) Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Condiciones climáticas de Concepción

Concepción se ubica en la clasificación climática SL "Sur Litoral", según lo indicado en NCh 1079. Muestra una temperatura media máxima de 22,8 °C (febrero) y la media mínima de 5,6 °C (agosto - septiembre). La radiación solar media anual en Concepción es de 1497 kWh/m², alrededor de 214,48 kWh./m² mes para enero con mayor exposición al sol y de 43,5 kWh/m² mes durante junio con menor exposición. La Humedad relativa en verano (enero) es de 75 % y en invierno (junio) es de 87 %.

4.1.3 Descripción general de R.L. Arrullo

El edificio posee una superficie total de 1.232,41 m² y su destino principal es Hogar de menores lactantes de 0 a 3 años, con capacidad de atención de 80 plazas. La obra original es de 1984 y se ejecutó una ampliación de capacidad el año 2009 en un segundo piso sobre el volumen principal.

Se divide en dos cuerpos, unidos entre sí en sus extremos, en forma de L, volúmenes de planta rectangular. El principal de 2 pisos alberga dormitorios de lactantes, oficinas administrativas; el secundario de 1 piso, dependencias de servicio y personal, y salas de actividades y de visita controlada de personas externas.

Los regímenes de ocupación para el sector dormitorios son de 24 horas, mientras que los sectores administrativos, de actividades, atención a externos, son de lunes a viernes de 08:00 h. a 18:00 h.

4.1.4 Tipología constructiva R.L. Arrullo

a) Estructura

Tabla N° 18: Material estructura soportante residencia de lactantes Arrullo. Fuente: Elaboración propia.

Fundaciones	Muro perimetral	Tabique	Base pavimento	Techumbre	Cubierta
Hormigón armado	Hormigón armado (1º piso)	Acero con vanos vidriados	Radier (1º piso)	Acero galvanizado	Acero zincado sobre encamisado O.S.B.
	Perfiles acero (2º piso)		Losa colaborante (2º piso)		

b) Terminaciones

Tabla N° 19: Material de terminaciones residencia de lactantes Arrullo. Fuente: Elaboración propia.

Revestimientos	Pavimentos	Cielos
Albañilería estucada (1º piso)	Vinílico (espacios comunes)	Yeso cartón sobre encintado de pino 2" x 2"
Tabique Volcometal con empaste (2º piso)	Baldosa microvibrada (zonas de servicio)	

c) Cerramiento de vanos

Tabla N° 20: Material de cerramiento vanos residencia de lactantes Arrullo. Fuente: Elaboración propia.

Puertas	Ventanas
Exteriores : Perfil y peinazo de aluminio anodizado + Vano superior de vidrio simple	Exteriores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio simple
Interiores: Placa de madera con mirilla de vidrio simple	Interiores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio simple

4.1.5 Instalaciones sistema de calefacción y ventilación forzada R.L. Arrullo

El sistema de calefacción corresponde a un sistema de caldera de agua caliente con radiadores complementado con la utilización de estufas eléctricas, los difusores están dispuestos en los antepechos de ventanas de Salas cuna y las estufas eléctricas en Salas de actividades.

Para el caso de la ventilación forzada, cuenta con sistemas independientes entre sí de impulsión de aire mediante ventiladores embutidos en los rasgos superiores de ventana y extracción mediante canalización sectorizada embutida en el cielo atravesando transversalmente el pabellón cada 6 metros y accionado mecánicamente con un extractor en uno de los extremos de cada línea.

Tabla N° 21: Sistemas de calefacción y ventilación forzada Residencia de Lactantes Arrullo. Fuente: Elaboración propia.

Ubicación	Sistema de calefacción	Ventilación forzada
Pabellón Principal (2 pisos)	Calderas de agua caliente con radiadores	Canalización sectorizada
Pabellón Salas de Actividades (1 piso)	Estufas eléctricas	-

4.2 Caso N°1: Residencia de Lactantes Belén – Temuco

4.2.1 Identificación del edificio y entorno

EDIFICIO : Centro Lactantes Belén.

PROPIETARIO : Servicio Nacional de Menores.

UBICACIÓN : Calle Inés de Suárez N° 1485, Temuco.

LATITUD : 38° 45' 00" S

LONGITUD : 72° 38' 00" O

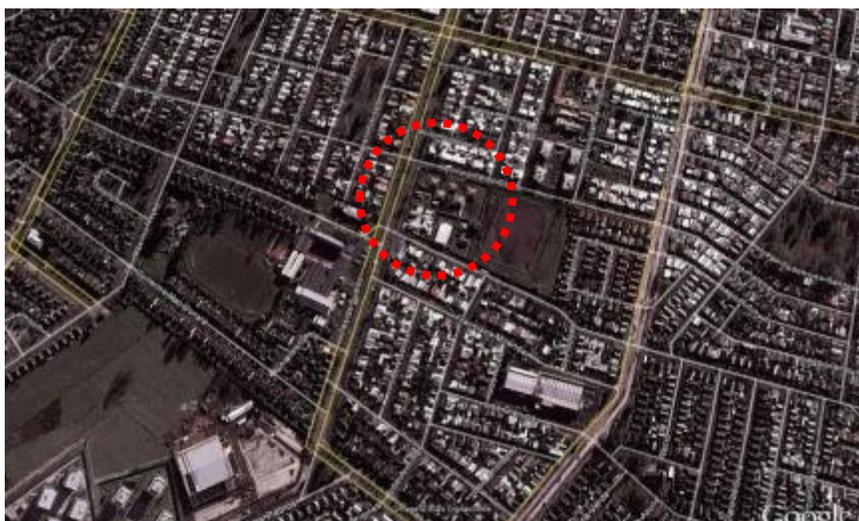
ELEVACION : 114 m.s.n.m.

ZONA CLIMÁTICA : Sur Interior (según NCh 1079)

ZONA TÉRMICA : N° 5 (según NCh 0853)

El Centro de Lactantes Belén se encuentra ubicado en la Región de la Araucanía, provincia de Cautín, comuna de Temuco. La comuna posee una población estimada de 269.992 habitantes (Censo 2012) de los cuales 93,724 % vive en zona urbana. El edificio se encuentra en el barrio Villa del Prado, macrosector Javiera Carrera, cercano al estadio Municipal Germán Becker.

Se encuentra al costado Nor Oriente de la intersección de dos vías estructurales, colinda con otro Centro del SENAME y las edificaciones que conforman el conjunto están compuestas por cuatro módulos unidos entre sí por circulaciones cerradas, generando espacios intersticiales entre éstos.



**Figura N° 40: Emplazamiento Centro de Lactantes belén, Temuco.
Fuente: Google Earth.**

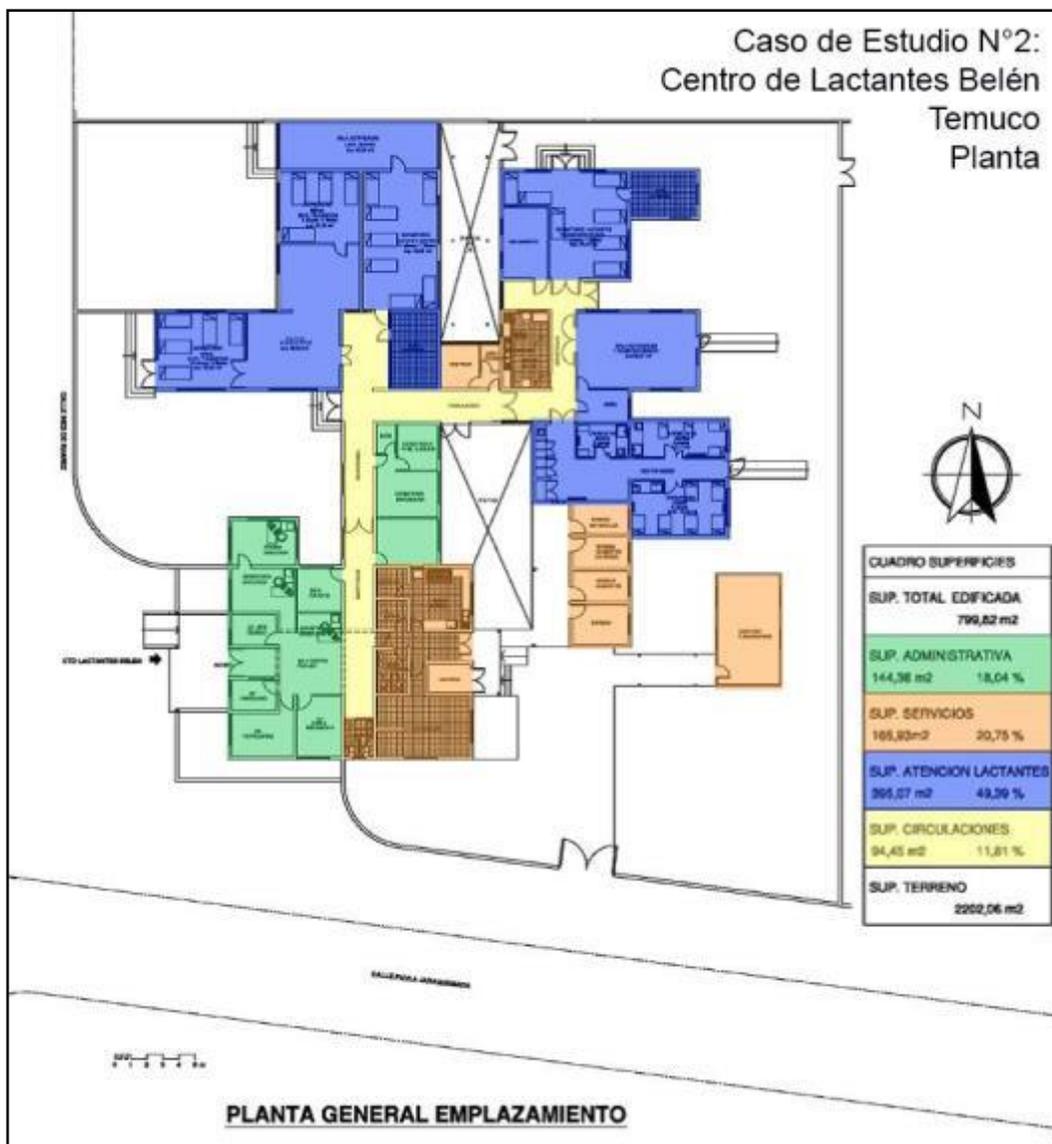


Figura N° 41: Plantas Centro de Lactantes Belén, Temuco. Fuente: Elaboración propia con informaciones planimétricas de la Unidad de infraestructura del SENAME.



Figura N° 42: Fotografía acceso principal Centro de Lactantes Belén, Temuco. Fuente: Elaboración propia.

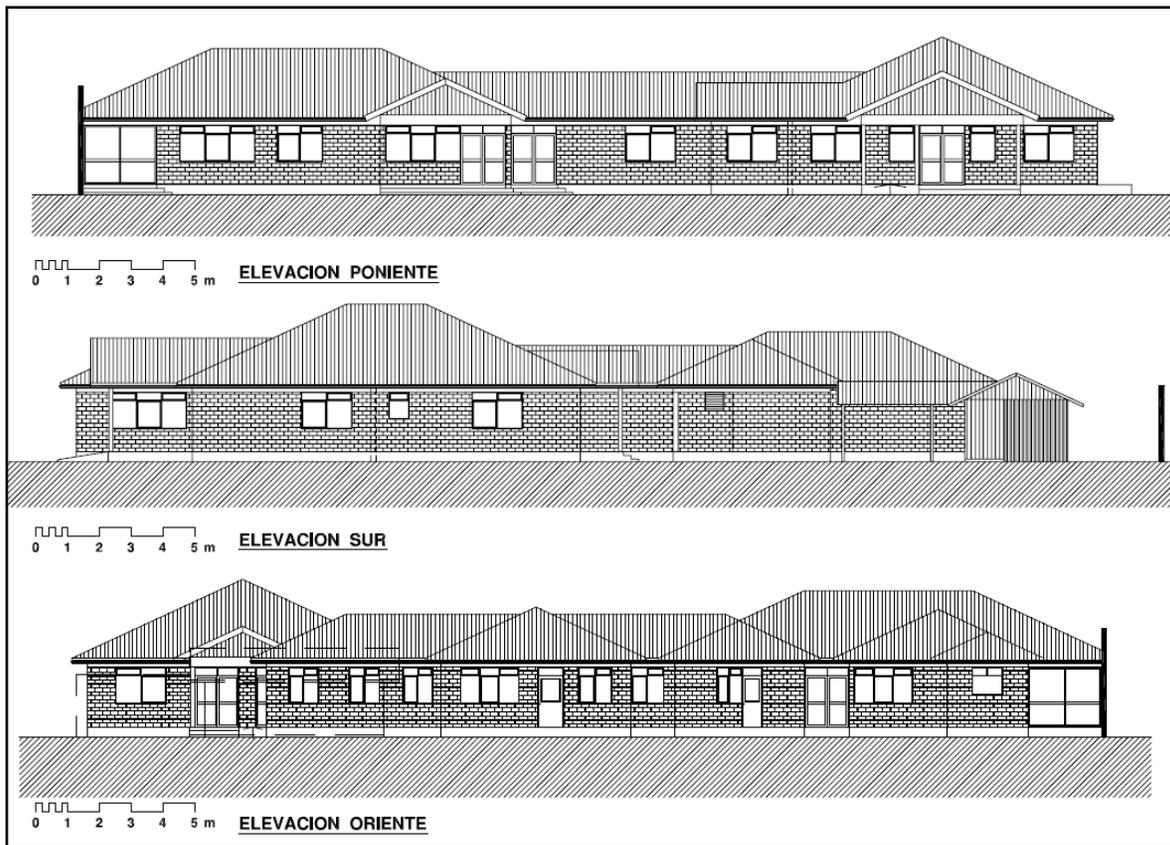


Figura N° 43: Elevaciones Centro de Lactantes Belén, Temuco. Fuente: Elaboración propia con informaciones planimétricas de la Unidad de infraestructura del SENAME.

Figuras N° 44 y 45: Fotografías obras de mejoramiento envoltente Centro de Lactantes Belén, Temuco. (2012) Fuente: Unidad de Infraestructura SENAME.



4.2.2 Condiciones climáticas de Temuco

Temuco se ubica en la clasificación climática SI “Sur Interior”, según lo indicado en NCh 1079. Muestra una temperatura media máxima de 24 °C (febrero) y la media mínima de 3,9 °C (agosto). La radiación solar media anual en Temuco es de 1405 Kwh/m², alrededor de 200,11 Kwh/m² mes para enero con mayor exposición al sol y de 39,43 Kwh/m² mes durante junio con menor exposición. La Humedad relativa en verano (enero) es de 74 % y en invierno (junio) es de 88 %.

4.2.3 Descripción general de R.L. Belén

El edificio posee una superficie total de 799,82 m² y su destino principal es Hogar de Menores lactantes de 0 a 3 años, con capacidad de atención de 58 plazas.

Se divide en cuatro cuerpos, unidos entre sí por medio de pasillos cubiertos, generando patios de luz y patio central. Posee un módulo administrativo y de visita controlada de personas externas. Otros dos módulos funcionan como residencias de los lactantes, cada uno cuenta con servicios y sala de actividades, separados por rango etario, un último módulo alberga las instalaciones de servicio, alimentación y dependencias de personal.

4.2.4 Tipología constructiva R.L. Belén

a) Estructura

Tabla N° 22: Material estructura soportante residencia de lactantes Belén Fuente: Elaboración propia.

Fundaciones	Muro perimetral	Tabique	Base Pavimento	Techumbre	Cubierta
Hormigón Armado	Albañilería armada ladrillo tipo Princesa	Yeso cartón + madera	Radier	Madera	Acero zincado acanalado

b) Terminaciones

Tabla N° 23: Material de terminaciones residencia de lactantes Belén. Fuente: Elaboración propia.

Revestimientos	Pavimentos	Cielos
Estuco interior	Radier + piso vinílico	Yeso cartón e: 10 mm. bajo encintando de madera de pino 2" x 2"

c) Cerramiento de vanos

Tabla N° 24: Material de cerramientos vanos residencia de lactantes Belén. Fuente: Elaboración propia.

Puertas	Ventanas
Exteriores : Perfil de aluminio anodizado + Vano superior y peinazo de vidrio doble (Termopanel)	Exteriores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio doble (Termopanel)
Interiores: Placa de madera con mirilla de vidrio simple	Interiores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio simple

4.2.5 Instalaciones sistema de calefacción R.L. Belén

El sistema de calefacción es variado e se compone de un sistema de caldera de agua caliente con difusores están dispuestos en los antepechos de ventanas de dormitorios, complementado con la utilización de estufas oleoeléctricas en sector de Sala Cuna. En las circulaciones cuenta con estufas a combustión lenta de leña. Al momento de realizar las mediciones de invierno, se encontraba con el sistema de calefacción central inoperativo.

No posee sistema de ventilación forzada en los recintos habitables, valiéndose solo de la ventilación pasiva utilizando la apertura de ventanas.

Tabla N° 25: Sistemas de calefacción y/o enfriamiento residencia de lactantes Belén. Fuente: Elaboración propia.

Sistema de calefacción	Calefacción Central	Estufa a leña	Eléctrica
Ubicación	Dormitorios	Circulaciones y Sector administrativo	Sector recién nacidos

4.3 Caso N°3: Sala Cuna Rucalaf - Villarrica

4.3.1 Identificación del edificio y entorno

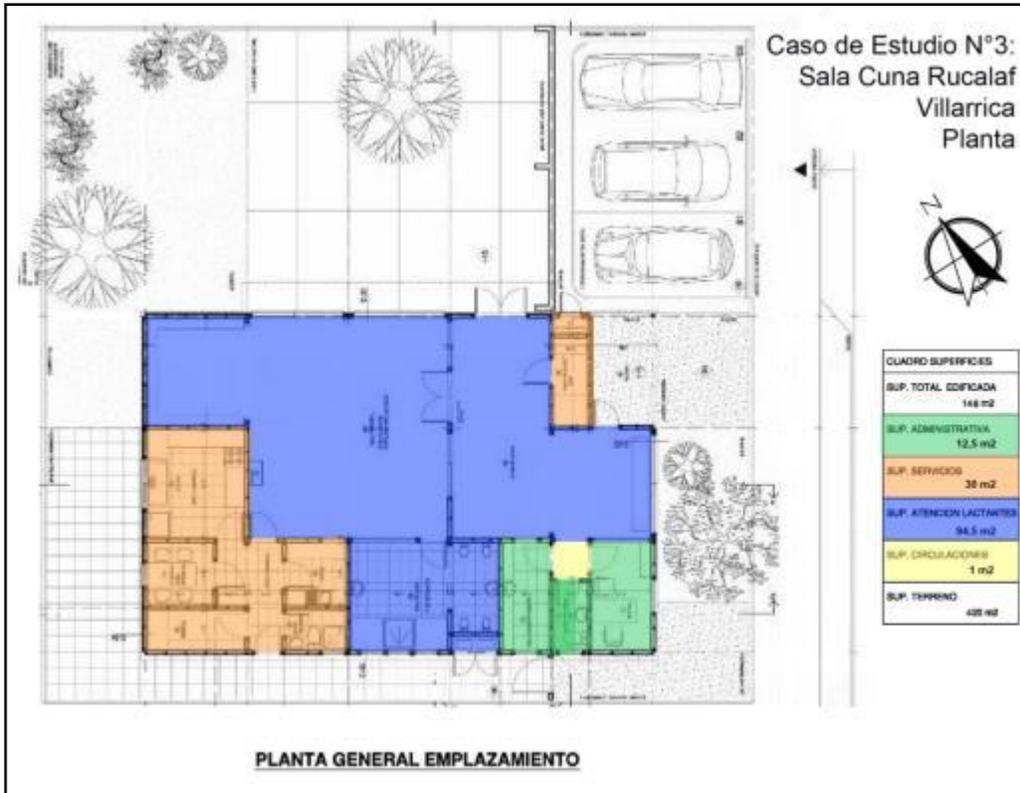
EDIFICIO : Sala Cuna Rucalaf.
PROPIETARIO : Fundación Integra.
UBICACIÓN : Pasaje Pino Hachado S/N, Villarrica.
LATITUD : 39° 16' 00" S
LONGITUD : 72° 13' 00" O
ELEVACION : 232 m.s.n.m.
ZONA CLIMÁTICA : Sur Interior (según NCh 1079)
ZONA TÉRMICA : N° 5 (según NCh 0853)

La Sala Cuna Rucalaf se encuentra ubicada en la Región de la Araucanía, provincia Cautín, comuna de Villarrica. La comuna posee una población estimada de 51.511 habitantes (Censo 2012) de los cuales 67,01 % vive en zona urbana. El edificio se encuentra en la villa Los Volcanes, barrio Nueva Villarrica, contiguo al centro de salud familiar - CESFAM – Los Volcanes.

Se encuentra al costado Oeste de calle Pino Hachado, colinda con un sitio eriazo y la edificación que compone el conjunto es un solo edificio compacto de 1 piso a lo largo de un eje SE-NO.



Figura N° 46: Emplazamiento Sala Cuna Rucalaf, Villarrica. Fuente: Google Earth.



Figuras N° 47 y 48: Plantas y elevaciones Sala Cuna Rucalaf, Villarrica. Fuente: Libro “Espacios Educativos para la Primera infancia”. Fundación Integra.2010





Figuras N° 49, 50 y 51: Imágenes interiores Sala Cuna Rucalaf, Villarrica. Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Condiciones climáticas de Villarrica

Villarrica se ubica en la clasificación climática SI “Sur Interior”, según lo indicado en NCh 1079. Muestra una temperatura media máxima de 24 °C (febrero) y la media mínima de 3,9 °C (Agosto). La radiación solar media anual en Villarrica es de 1384,27 Kwh./m², alrededor de 197,10 Kwh./m² mes para enero con mayor exposición al sol y de 39,43 Kwh./m² mes durante junio con menor exposición. [7]. La Humedad relativa en verano (enero) es de 75 % y en invierno (junio) es de 85 %

4.3.3 Descripción general de S.C. Rucalaf

El edificio posee una superficie total de 146 m², sobre un terreno de 420 m² y su destino principal es Sala cuna Menores lactantes de 0 a 3 años, con capacidad de atención de 18 plazas.

Se compone de un cuerpo rectangular de 1 piso, conformado por un recinto mayor que alberga la sala de actividades, un patio cubierto con conexión al patio exterior, oficinas administrativas, sala de mudas y sector de preparación alimentos. Volumétricamente destacan los recintos principales, los que cuentan con altura interior mayor que el resto de las dependencias, orientando sus ventanas hacia el Norte.

4.3.4 Tipología constructiva S.C. Rucalaf

a) Estructura

Tabla N° 26: Material estructura soportante Sala Cuna Rucalaf. Fuente: Elaboración propia.

Fundaciones	Muro perimetral	Tabique	Base pavimento	Techumbre	Cubierta
Hormigón Armado cimienta corrido	Tabique madera con diafragma O.S.B.	Muro de bloque concreto	Radier	Madera con diafragma O.S.B.	Acero zincado acanalado

b) Terminaciones

Tabla N° 27: Material de terminaciones Sala Cuna Rucalaf. Fuente: Elaboración propia.

Revestimientos	Pavimentos	Cielos
Exterior : placas de fibrocemento	Interior : Madera en zonas de uso común	Yeso cartón sobre encintado de cielo pino 2" x 2"
Interior: Yeso cartón	Interior: Cerámico en zonas de servicio y baños	

c) Cerramiento de vanos

Tabla N° 28: Material de cerramientos vanos Sala Cuna Rucalaf. Fuente: Elaboración propia.

Puertas	Ventanas
Exteriores : aluminio anodizado + Vano superior y peinazo de vidrio doble Termopanel	Exteriores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio doble Termopanel
Interiores: madera con mirilla de vidrio simple	Interiores: Aluminio anodizado y vanos de vidrio simple

4.3.5 Instalaciones sistema de calefacción S.C.Rucalaf

El centro no cuenta con un sistema de calefacción, debido que al proyectar su funcionamiento se planificó considerar las ganancias internas acorde al número de ocupantes y el calor generado por el uso de la cocina. Excepcionalmente, se utiliza una estufa eléctrica empotrada para calefaccionar temporalmente el recinto principal en período invernal y un calefactor eléctrico portátil en la Sala de Actividades del acceso.

Tampoco cuenta con sistema de aire acondicionado ni extracción forzada de aire, para lo cual utiliza solamente la ventilación cruzada como estrategia pasiva De acuerdo a las condiciones de diseño del edificio, se predijo una demanda de calefacción mediante simulación de 12,9 Kwh/m² al año³⁵.

³⁵ **Fuente:** BAIXAS J., BUSTAMANTE W., ENCINAS F. y UBILLA M. 2008. Effective architectural design strategies for thermal comfort and energy efficiency in two nursery schools in Chile.

Capítulo 5. Evaluación de Desempeño de Recintos

5.1 Metodología para Evaluación de Desempeño de Recintos

Para cada caso de estudio, se seleccionaron dos recintos habitables representativos; en función de su localización y orientación en el edificio así como por el periodo de ocupación de los recintos, eligiendo aquellos que son más requeridos funcionalmente. Se levantaron y describieron las características físicas, constructivas y arquitectónicas de cada uno de los recintos a ser evaluados. Para llevar a cabo esta evaluación, se procedió a analizar las condiciones de desempeño de la calidad ambiental interior de estos recintos habitables mediante el registro de indicadores en 4 aspectos: Confort Higrotérmico, Calidad del aire, Demanda energética y Satisfacción de los usuarios

5.1.1 Medición de indicadores de “Confort Higrotérmico”.

a) Objetivo de las mediciones: Obtener indicadores ambientales interiores de los casos de estudio, mediante registro de desempeño higrotérmico de los recintos habitables.

b) Identificación de los recintos monitoreados: Para los propósitos del ensayo se evalúan las características ambientales higrotérmicas de dos recintos habitables representativos de cada edificio en estudio. Los recintos a evaluar corresponderán a aquellos que albergan funciones de Sala Cuna y Sala de Actividades, según sea el caso.

c) Método y materiales: Basado en el modelo de mediciones implementado por el CITEC para la monitorización de edificaciones públicas³⁶, se procedió a realizar seguimiento continuo de la *temperatura* y la *humedad ambiental* al interior de los recintos analizados. El período de

³⁶ Proyecto **INNOVA CHILE** N° 09 CN 14-5706.

mediciones fue realizado durante ciclos de una semana de tiempo en estación de verano (fin de diciembre 2014) e invierno (fin de julio 2015), respectivamente.

Para medir la calidad el aire se utilizaron sensores de monitoreamiento modelo HOBO® data logger U10-003, empleados para realizar un registro continuo de los contenidos de humedad relativa del aire y temperatura interior de los recintos habitables. Los equipos fueron calibrados para realizar mediciones continuas realizando una lectura cada 30 minutos por un periodo mínimo de 7 días continuos (equivalente a 168 horas = 336 mediciones totales por estación en cada recinto)



La base de datos fue procesada mediante la utilización del software de análisis gráfico HOBOWare-Pro®.

Tabla N° 29. Características sistema de medición y registro de datos ambientales. Fuente: Elaboración propia

Equipo	Características
Sensor HR	HOBO® data logger U 10-003
Sensor Temperatura	
Sensor CO ²	Sistema conectado a data logger y funcionamiento ligado a la red eléctrica mediante transformado 12V
Adquisición de datos	Vía puerto USB conectado entre data logger y Notebook
Software	HOBOWare-Pro®
Almacenamiento	Notebook Apple MacBook

Figura N° 50: Sistema de monitorización, adquisición y tratamiento de datos utilizado para las mediciones de temperatura interior, humedad relativa interior y calidad del aire. Fuente: HOBO®

d) Condiciones de ensayos: Lectura de datos cada 30 minutos / Disposición de sensores a 1,4 m de altura del nivel de piso terminado / Régimen normal de ocupación.

Durante el ciclo de invierno la sala de clases se mantiene acondicionada con sistemas de calefacción, descritos anteriormente de acuerdo a cada caso.

5.1.2 Medición de indicador “Calidad del Aire”.

a) Objetivo de las mediciones: Obtener indicadores ambientales interiores de los casos de estudio, mediante registro de desempeño de la calidad de aire interior de los recintos habitables.

b) Identificación del edificio y recinto: Para los propósitos del ensayo, se registraron las características de calidad de aire interior de dos recintos habitables representativos de cada edificio en estudio. Los recintos a evaluar corresponderán a los mismos que serán monitoreados para confort higrotérmico, según sea el caso.

c) Método y equipos: Basado en el modelo de mediciones implementado por el CITEC para la monitorización de edificaciones públicas, se procedió a realizar seguimiento continuo de la *concentración de partículas de CO²* al interior de los recintos analizados. Se utilizaron sensores de monitoreamiento sensibles a variaciones de voltaje, por lo que precisa estar ligado a una fuente de energía eléctrica y conectado al data logger descrito anteriormente, para el registro de datos. Los sensores se calibraron para registrar la concentración de partículas de CO² interior simultáneamente al funcionamiento y registro del Datalogger, durante dos ciclos semanales estacionarios: uno en periodo estival y el otro en periodo invernal. La descripción del equipo está mencionada en la tabla N°12.

d) Condiciones de ensayos: Lectura de datos cada 30 minutos / Disposición de sensores a 1,4 m de altura del nivel de piso terminado / Régimen normal de ocupación. Durante el ciclo de invierno la sala de clases se mantiene acondicionada con sistemas de calefacción, descritos anteriormente de acuerdo a cada caso.

5.1.3 Medición de indicador “Demanda Energética”.

a) Objetivo del ensayo: Obtener indicadores referenciales de demanda energética necesarios para asegurar la calidad ambiental interior en los recintos habitables analizados de cada caso de

estudio. Se presentan los objetivos y alcances de las mediciones, las técnicas procedimientos y arreglos experimentales utilizados y el informe de datos.

b) Identificación del edificio y recintos monitoreados: Para los propósitos del ensayo se describen y enumeran las rutinas de ocupación, características físicas arquitectónicas, constructivas y de orientación tanto del edificio como de los recintos a ser analizados; con el propósito de simular las ganancias y pérdidas de calor bajo condiciones mínimas de funcionamiento que permitan identificar los requerimientos de demanda energética necesarios para cada recinto analizado; con el propósito de alcanzar condiciones de confort ambiental para los usuarios. Los recintos a analizar corresponden a los descritos anteriormente.

c) Método y equipos: Para determinar la demanda de energía de los recintos habitables se requiere obtener una base de datos con indicadores mínimos para la tabulación de informaciones que permitan simular las necesidades energéticas para calefacción, enfriamiento y ventilación presentes en los recintos a ser analizados; para lo cual se considera aplicar una evaluación prestacional dinámica. Lo anterior, precisa de la utilización de un programa de simulación computacional especializado, para lo cual se utilizará una herramienta de simulación desarrollada por el MIT Department of Architecture³⁷ llamada “MIT Design Advisor”. Se decidió utilizar esta herramienta de simulación por ser de código abierto³⁸, además de ser fácil y rápida de utilizar tanto en el vaciado de datos como en la obtención de gráficos e indicadores.

d) Condiciones de las simulación: Las condiciones se establecieron a partir de las rutinas de ocupación, las condiciones físicas de la envolvente presentadas en la descripción de los casos, acompañado de las ganancias solares térmicas entregados según las características climáticas de las ciudades donde éstos se encuentran ubicados. A partir de estas informaciones, se elaboró la

37 M.I.T.: Massachusetts Institute of Technology. Department of Architecture. <http://designadvisor.mit.edu/design>

38 Software de código abierto: (OSS: Open source Software). De dominio público.

siguiente base de datos adaptada a las informaciones necesarias para el análisis computacional de la herramienta de simulación:

Tabla N° 30: Base de datos con propiedades físicas de los casos de estudio y recintos analizados. Fuente: Elaboración propia.

Caso de Estudio		Arrullo - Concepción		Belén - Temuco		Rucalaf - Villarrica		
Propiedades del edificio		Arrullo A1	Arrullo A2	Belén B1	Belén B2	Rucalaf R1	Rucalaf R2	
1	Clima	SL		SI		SI		
	Ocupación y equipamiento	0 - 24 h	08:00 - 19:00	0 - 24 h	0 - 24 h	08:00 - 19:00	08:00 - 19:00	
2	Ocupación	Residencial de baja altura	Sala de clases (actividades)	Residencial de baja altura		Sala de clases (actividades)		
	Capacidad máxima pers x recinto (según 4.1.5 OGUC)	13	9	8	5	11	18	
	Densidad máx de ocupación	pers/m ²	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Iluminación	lux	750	300	750	750	300	750
	Equipamiento	W/m ²	1	1	1	1	1	1
	Sistema de Ventilación	Refrigeración y calefacción mecánica		Ventilación de Enfriamiento natural + calefacción mecánica		Ventilación de Enfriamiento natural + calefacción mecánica		
3	Solución Constructiva							
	Volumen de aire	m ³	96,21	61,5	49,4	34,27	84,6	144,7
		renov/h	2,39	2,69	2,87	2,88	2,38	2,24
	Transmitancia Térmica	(U) + Código MINVU		(U) + Código MINVU		(U) + Código MINVU		
	Cubierta	W/m ² °C	0,43	2.2.M.1.7	0,36	1.1.M.A2.1 3	0,48	1.1.M.A2.1 3
	Muros	W/m ² °C	3	1.2.G.A4	0,76	1.2.M.B6.2	0,45	FONDEF-UC
	T° int. Mín.	°C	17,89	17,81	19,77	19,55	11,15	11,03
	T° int. Máx.	°C	25,11	24,6	24,67	23,44	25,47	26,06

	H.R. Mín.	%	41,7	42,17	42,81	44,23	41,49	37,9
	H.R. Máx.	%	76,71	80,85	61,91	67,72	75,37	77,79
4	Masa Térmica		<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>
5	Geometría del edificio		<i>Zona Simple</i>		<i>Zona Simple</i>		<i>Entero (4 fachadas y circulación de aire entre zonas)</i>	
6	Descripción del techo		Plancha Zinc sobre perfil acero		Plancha Zinc sobre cercha madera		Plancha Zinc sobre entretecho ventilado	
	Aislación del techo		Poliestireno expandido (dens:15Kg/m ³) e:100mm		Lana de vidrio 120 mm		Lana de vidrio 90 mm (fuera de norma)	
	Valor Rt	(m ² C)/W	2,33		2,79		2,09	
	Localización de aislación de techo		Superior		Superior		Superior	
	Pisos		2		1		1	
Propiedades de recinto tipo			Arrullo A1	Arrullo A2	Belén B1	Belén B2	Rucalaf R1	Rucalaf R2
7	Dimensiones recinto	m ²	31,9	22,95	19,76	13,71	28	45
	Largo	m	8	5,75	6	6	6	9
	Ancho	m	4	4	3,3	2,3	6	6
	Altura	m	2,7	2,7	2,5	2,5	3	3
	Orientación de fachada principal (ventana)			N-E	N-E	E	E	N
Descripción de ventana								
8		%	30,7	33,61	14,3	9	30,4	34,6
	Tipo de ventana		Cristal simple	Cristal simple	Cristal doble	Cristal doble	Cristal doble	Cristal doble
	Tipo de Vidrio		Claro	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro
	Alero	m	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6
9	Descripción de muro		H.A. 200 mm com Rev interior yeso e:20 mm		Ladrillo estructura 270/190/70+ yeso e:15mm		Tabique madera+ poliestireno expandido+ yeso cartón+Fibrocemento	
	Aislación de muro		Sin aislación	1.2.G.A4	Sin aislación	1.2.M.B6.2	Lana vidrio e: 90mm	1.2.M.C.5
	Valor R muro	m ² C/W	0,33	0,33	0,52	0,52	1,31	1,31

5.1.4 Medición de indicador “Percepción de Usuarios”.

a) Antecedentes: Se llevó a cabo el levantamiento de la percepción de usuarios adultos que trabajan en los edificios en estudio, con el objetivo de comparar la percepción de éstos en relación con el registro de las mediciones instrumentales antes descritas.

b) Objetivos: Evaluar, mediante encuestas de satisfacción, las condiciones de confort ambiental interno que perciben diaria y estacionalmente los usuarios de los edificios en estudio, en relación a preguntas sobre satisfacción térmica y calidad del aire.

c) Identificación de los recintos y usuarios: Los edificios corresponden a dos Residencias de Lactantes y una Sala Cuna diurna, con usuarios entre 0 y 24 meses; los encuestados fueron funcionarios de trato directo que prestan atendimento a los bebés y personal técnico-administrativo de cada centro. Al no ser posible aplicar encuesta a Lactantes, se toma solo como muestreo de datos la percepción de los usuarios adultos, debido a que la única manera de registrar las condiciones de confort de los lactantes sería realizando mediciones de la temperatura corporal superficial; lo cual escapa del campo investigativo de las condiciones de habitabilidad de los recintos. Para el registro, se consideró la realización de las actividades que desempeñan los funcionarios al interior de los casos en estudio. Se encuestó a un total de 19 usuarios cuyo rango de edad está entre los 18 y 59 años.

d) Metodología de diseño muestral: La recolección de información se realizó a través de entrevistas directas a los funcionarios, con encuestas diseñadas para recopilar información de los periodos de invierno y verano, basado en dos formatos de encuesta de satisfacción de usuarios: la desarrollada para los TDRé DAMOP y la segunda por el Center for the Built Environment³⁹. El registro se hizo anotando el número de entrevistado por cada preferencia, siguiendo la misma metodología para cada pregunta de la encuesta.

³⁹ *Center for the built Environment, University of California – Berkeley.*

Una vez tabulados los datos de la encuesta, se compararon los resultados de percepción con los parámetros de satisfacción establecidos en la norma UNE-EN ISO 7730:1996 – “Ambientes Térmicos Moderados. Determinación de los índices PMV y PPD”; con el propósito de evaluar si los recintos habitables del Centro de Lactantes belén son aceptables térmicamente, debiendo para ello cumplir con los parámetros de satisfacción establecidos, es decir: PPD inferior al 10% y un rango de PMV entre $-0,5 < PMV < +0,5$.

Para obtener el indicador de Voto Medio Estimado (PMV: Predicted Mean Vote) y el Porcentaje Predecible de Insatisfechos (PPD: Predicted Percentage of Dissatisfied), correspondiente a cada recinto estudiado, se realizó otra tabulación de indicadores con las variables presentadas para cada caso de estudio; consiguiendo los resultados con ayuda de una planilla online desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia⁴⁰.

5.2 Análisis de los Resultados

A continuación, se presentan datos resumen con los resultados de las mediciones instrumentales realizadas en los 3 casos de estudio, lo cual requirió el análisis de un total de 6 recintos habitables ocupados por Lactantes (dos por cada caso de estudio), en dos periodos semanales estacionales para cada uno de ellos, resultando 12 mediciones instrumentales; cada una de ellas registró 336 unidades de levantamiento de datos con una frecuencia cada 30 minutos.

La mayoría de los recintos tiene régimen de ocupación de 24 horas continuas, con excepción de aquellos pertenecientes al caso de estudio N°3 “Sala Cuna Rucalaf” y las Salas de Actividades de las residencias de lactantes que cuentan con un régimen de atendimento de lunes a viernes entre 9:00 AM y 18:00 PM. Para fines de homologación de resultados se analizan los 6 recintos de los 3 casos de estudio bajo las mismas condiciones y periodos de tiempo estacional:

⁴⁰ **Fuente:** <http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/fanger/fanger.php>

Tabla N° 31: Período de medición estacional por casos de estudio y recintos analizados.

Fuente: elaboración propia.

Tipo	Centro	Cód.	Tipo sala	Tipo usuarios	Período de ocupación	estac	período medición	
							inicio	fin
R.L.SENAME	ARRULLO	A1	Dormitorio Sala Cuna	Lactante 6-12 meses	24 h	Ver	05/01/2015 11:00	12/01/2015 10:30
						Inv	30/07/2015 11:00	06/08/2015 10:30
	A2	Sala Actividades	Lactante 6-12 meses	9:00- 18:00	Ver	05/01/2015 11:00	12/01/2015 10:30	
					Inv	30/07/2015 11:00	06/08/2015 10:30	
	BELEN	B1	Dormitorio Sala Cuna	Lactante 0-6 meses	24 h	Ver	06/01/2015 11:00	13/01/2015 10:30
						Inv	31/07/2015 11:00	07/08/2015 10:30
B2	Dormitorio Sala Cuna	Lactante 0-6 meses	24 h	Ver	06/01/2015 11:00	13/01/2015 10:30		
				Inv	31/07/2015 11:00	07/08/2015 10:30		
S.C INTEGRA	RUCALAF	R1	Sala Actividades	Lactante 6-24 meses	9:00- 18:00	Ver	06/01/2015 09:00	13/01/2015 08:30
						Inv	31/07/2015 09:00	07/08/2015 08:30
		R2	Sala Actividades - Dormitorio	Lactante 6-24 meses	9:00- 18:00	Ver	06/01/2015 09:00	13/01/2015 08:30
						Inv	31/07/2015 09:00	07/08/2015 08:30

Para discutir comparativamente los resultados entre los casos de estudios citados, se establecerán indicadores y parámetros de aceptabilidad de la calidad ambiental interior que permitan establecer los estándares de confort higrotérmico y calidad ambiental interior para residencias de lactantes.

5.2.1 Temperatura Interior recintos habitables en estudio.

Considerando el análisis de las condiciones presentes en relación a los indicadores de temperatura interior, se establecerá qué rango de temperatura se considera como aceptable y cuál será la frecuencia en que se presenta dentro de estos parámetros de aceptabilidad, para alcanzar condiciones de confort térmico. Tomando en cuenta lo señalado por Malchaire & Dureaux, se propone utilizar **22°C** como la temperatura de equilibrio de confort térmico dentro de recintos utilizados por lactantes. Basado en este indicador y habiendo estudiado diversas referencias, se propone un rango de aceptabilidad de **±2°C** en relación a la temperatura de equilibrio antes señalada, aplicado para sistemas pasivos y activos de calefacción y enfriamiento; para estaciones de invierno y verano, debido al sensible equilibrio homeostático que requieren los lactantes. En relación a la frecuencia de aceptabilidad, basado en las recomendaciones señaladas por los TDR

MOP elaborador por CITEC y por los estándares EPB, se propone un factor de cumplimiento mayor o igual al **60%** de mediciones dentro del rango realizadas dentro de un periodo, relacionado con el tiempo de funcionamiento de los recintos (24 horas para dormitorios de lactantes / 12 horas para Salas de actividades / 8 horas para recintos de atención jornada diurna laboral). Con estos estándares para temperatura interior, se procede a comparar los resultados de los recintos presentes en los casos de estudio (Tabla N° 31):

Centro	código sala		T° interior Intervalos Verano (°C)								prom semanal (°C)	Rango Confort (%)
			19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°		
ARRULLO	A1	frec.	0	13	72	129	81	35	6	0	22,72°	87,8%
		%	0,0%	3,9%	21,4%	38,4%	24,1%	10,4%	1,8%	0,0%		
	A2	frec.	0	18	97	143	63	15	0	0	22,31°	95,7%
		%	0,0%	5,4%	28,9%	42,6%	18,8%	4,5%	0,0%	0,0%		
BELEN	B1	frec.	0	15	64	120	113	24	0	0	22,71°	92,8%
		%	0,0%	4,5%	19,0%	35,7%	33,6%	7,1%	0,0%	0,0%		
	B2	frec.	6	59	105	122	44	0	0	0	21,93°	98,3%
		%	1,8%	17,6%	31,3%	36,3%	13,1%	0,0%	0,0%	0,0%		
RUCALAF	R1	frec.	2	52	82	69	85	38	8	0	22,45°	85,7%
		%	0,6%	15,5%	24,4%	20,5%	25,3%	11,3%	2,4%	0,0%		
	R2	frec.	1	9	55	56	64	117	33	1	23,45°	54,8%
		%	0,3%	2,7%	16,4%	16,7%	19,0%	34,8%	9,8%	0,3%		
Centro	código sala		T° interior Intervalos Invierno (°C)						prom semanal (°C)	Rango Confort (%)		
			17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°				
ARRULLO	A1	frec.	3	18	123	144	48	0	20,11°	93,8%		
		%	0,9%	5,4%	36,6%	42,9%	14,3%	0,0%				
	A2	frec.	7	134	186	9	0	0	19,04	58,1%		
		%	2,1%	39,9%	55,4%	2,7%	0,0%	0,0%				
BELEN	B1	frec.	0	0	10	151	138	37	21,04°	100,0%		
		%	0,0%	0,0%	3,0%	44,9%	41,1%	11,0%				
	B2	frec.	0	0	1	99	186	50	21,37°	100,1%		
		%	0,0%	0,0%	0,3%	29,5%	55,4%	14,9%				
RUCALAF	R1	frec.	263	37	25	10	1	0	15,71°	10,7%		
		%	78,3%	11,0%	7,4%	3,0%	0,3%	0,0%				
	R2	frec.	244	40	31	18	3	0	15,85°	15,5%		
		%	72,6%	11,9%	9,2%	5,4%	0,9%	0,0%				

Tabla N° 32: Análisis Frecuencia y rango de temperatura de confort interior propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

Regímen ocupacional			
A2	8/5	A1	24/7
R1		B1	
R2		B2	

Tabla N° 33: Recintos analizados y su régimen ocupacional. Fuente: Elaboración propia

Se observa que la mayoría de los recintos con ocupación 24/7 están dentro del rango de aceptabilidad. Si bien, para los recintos de la Sala Cuna Rucalaf estos no están dentro de los rangos, sería necesario hacer un análisis específico para ver su comportamiento dentro de los horarios de funcionamiento, ya que el análisis fue hecho basado en mediciones ininterrumpidas día y noche durante una semana.

5.2.2 Humedad Relativa del Aire Interior recintos habitables en estudio.

Considerando el análisis de las condiciones presentes en relación a los indicadores de humedad relativa del aire interior, se establecerá qué rangos de humedad relativa del aire se considerarán como aceptables para entregar condiciones de confort higrotérmico y cuál será la frecuencia en que se encuentren dentro de estos parámetros de aceptabilidad. Según lo indicado en la NCh 1079:2008 y lo señalado en otras normas en estudio, se propone utilizar **50%** de humedad como equilibrio de confort higrotérmico, para recintos interiores utilizados por lactantes. Basado en la mayoría de los ejemplos estudiados en esta investigación, se propone establecer un rango de aceptabilidad de confort Higrotérmico de **±10%** en relación a la humedad relativa del aire interior de equilibrio antes señalada, aplicado para sistemas pasivos y activos de calefacción y enfriamiento; para estaciones de invierno y verano. En relación a la frecuencia de aceptabilidad dentro del rango propuesto, apoyado en las recomendaciones señaladas por los TDR MOP elaborador por CITEC y los estándares EPB, se propone un porcentaje de aceptabilidad mayor o igual al **60%** de las mediciones realizadas dentro de un periodo de tiempo, directamente relacionado con el periodo de funcionamiento que ofrezcan los recintos (24 horas para dormitorios de lactantes / 12 horas para Salas de actividades / 8 horas para recintos de atención jornada diurna laboral).

Con estos estándares para humedad relativa del aire, se procede a comparar los resultados de los recintos presentes en los casos de estudio:

Tabla N° 34: Análisis Frecuencia y rango de humedad relativa de confort interior propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Centro	código sala	Intervalos H. R. del Aire interior Verano (%)							Rango Confort (%)
			30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	prom semanal (%)	
ARRULLO	A1	frec.	0	79	194	60	3	54,23%	81%
		%	0,0%	23,5%	57,7%	17,9%	0,9%		
	A2	frec.	0	66	209	61	0	54,63%	82%
		%	0,0%	19,6%	62,2%	18,2%	0,0%		
BELEN	B1	frec.	0	85	235	16	0	52,32%	95%
		%	0,0%	25,3%	69,9%	4,8%	0,0%		
	B2	frec.	0	58	241	37	0	54,38%	89%
		%	0,0%	17,3%	71,7%	11,0%	0,0%		
RUCALAF	R1	frec.	0	269	67	0	0	48,79%	100%
		%	0,0%	80,1%	19,9%	0,0%	0,0%		
	R2	frec.	7	319	10	0	0	46,40%	98%
		%	2,1%	94,9%	3,0%	0,0%	0,0%		
Centro	código sala	Intervalos H. R. del Aire interior Invierno (%)					prom semanal (%)	Rango Confort (%)	
		40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%			
ARRULLO	A1	frec.	0	18	197	120	1	67,96%	5%
		%	0,0%	5,4%	58,6%	35,7%	0,3%		
	A2	frec.	0	0	95	239	2	72,05%	0%
		%	0,0%	0,0%	28,3%	71,1%	0,6%		
BELEN	B1	frec.	0	33	301	2	0	63,52%	10%
		%	0,0%	9,8%	89,6%	0,6%	0,0%		
	B2	frec.	0	85	251	0,00%	0	61,49%	25%
		%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	0,0%		
RUCALAF	R1	frec.	0	4	300	32	0	66,57%	1%
		%	0,0%	1,2%	89,3%	9,5%	0,0%		
	R2	frec.	0	0	273	63	0	68,38%	0%
		%	0,0%	0,0%	81,3%	18,8%	0,0%		

En general, se observa que en período de invierno ninguno de los recintos cumple con los parámetros de aceptabilidad propuestos, lo cual puede interpretarse que acontezca por las

condiciones climáticas presentes en la zona a analizar durante el período. De ello puede concluirse que para períodos de inviernos sea necesario aumentar el rango de confort en +10%, ante lo cual se observa lo siguiente:

Tabla N° 35: Análisis Frecuencia y rango de humedad relativa de confort interior ajustado a +10% de tolerancia. Fuente: elaboración propia.

Centro	código sala	Intervalos H. R. del Aire interior Invierno (%)							prom semanal (%)	Rango Confort (%)
		40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%				
ARRULLO	A1	frec.	0	18	197	120	1	67,96%	64%	
		%	0,0%	5,4%	58,6%	35,7%	0,3%			
	A2	frec.	0	0	95	239	2	72,05%	28%	
		%	0,0%	0,0%	28,3%	71,1%	0,6%			
BELEN	B1	frec.	0	33	301	2	0	63,52%	99%	
		%	0,0%	9,8%	89,6%	0,6%	0,0%			
	B2	frec.	0	85	251	0,00%	0	61,49%	100%	
		%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	0,0%			
RUCALAF	R1	frec.	0	4	300	32	0	66,57%	91%	
		%	0,0%	1,2%	89,3%	9,5%	0,0%			
	R2	frec.	0	0	273	63	0	68,38%	81%	
		%	0,0%	0,0%	81,3%	18,8%	0,0%			

Por consiguiente, se propone ajustar el rango de aceptabilidad de confort Higrotérmico a valores aceptables **entre 40% mínimo y 70% máximo** de humedad relativa únicamente para período de **invierno**.

5.2.3 Niveles de CO² Interior recintos habitables en estudio.

Para considerar el análisis de las condiciones presentes en relación a los indicadores de calidad del aire interior, establecerá una relación entre el nivel máximo de CO² a ser considerado como aceptable para entregar condiciones de calidad del aire interior y la frecuencia en que éste se encuentran por debajo del indicador de partículas por millón considerado como tal.

Tomando en cuenta lo señalado en las EPB en relación a la concentración de partículas del aire externo, definido en 500 ppm, complementado con lo recomendado por el RITE español en relación a que guarderías y hospitales deben contar con niveles de CO² interior como máximo +350 ppm sobre el aire exterior; se propone establecer un rango de aceptabilidad de calidad del aire interior de ≤ 800 ppm para verano y ≤ 1.000 ppm en invierno; esto último debido a la condición de zona ambiental saturada que presentan las ciudades pertenecientes a esta zona climática ocasionada por la calefacción domiciliar a leña. En relación a la frecuencia de aceptabilidad dentro del rango propuesto, basado también en las recomendaciones señaladas por los TDRé MOP elaborador por CITEC y por los estándares EPB, se propone un porcentaje dentro del rango mayor o igual al **60%** de las mediciones periódicas realizadas dentro de un periodo de tiempo, pero en directa relación con el periodo de funcionamiento que ofrezcan los recintos (24 horas para dormitorios de lactantes / 12 horas para Salas de actividades / 8 horas para recintos de atención jornada diurna laboral).

Con estos estándares, se procede a comparar los resultados de los recintos presentes en los casos de estudio:

Tabla N° 36: Análisis Frecuencia e indicadores límite de calidad del aire a 800 ppm (verano) y 1.000 ppm (invierno) de tolerancia. Fuente: elaboración propia.

Centro	código sala	Niveles de CO2 interior Intervalos Verano (ppm)								
			0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	prom semanal (ppm)	Rango Confort (%)	
ARRULLO	A1	frec.	0	157	70	53	56	710,83 ppm	67,5%	
		%	0,0%	46,7%	20,8%	15,8%	16,7%			
	A2	frec.	3	150	104	57	22	655,52 ppm	76,9%	
		%	0,9%	45,1%	31,0%	17,0%	6,6%			
BELEN	B1	frec.	11	83	61	56	125	869,61 ppm	47,1%	
		%	3,4%	25,5%	18,2%	16,7%	37,2%			
	B2	frec.	21	173	140	2	0	559,83 ppm	99,5%	
		%	6,3%	51,5%	41,7%	0,6%	0,0%			
RUCALAF	R1	frec.	103	218	7	8	0	430 ppm	97,7%	
		%	30,7%	64,9%	2,1%	2,4%	0,0%			
	R2	frec.	3	305	18	6	4	476,74 ppm	97,1%	
		%	0,9%	90,8%	5,4%	1,8%	1,2%			
Centro	código sala	Niveles de CO2 interior Intervalos Invierno (ppm)								
			0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999	prom semanal (ppm)	Rango Confort (%)
ARRULLO	A1	frec.	4	6	22	38	247	19	1325,6 ppm	20,8%
		%	1,2%	1,8%	6,5%	11,3%	73,5%	5,7%		
	A2	frec.	1	0	2	4	245	84	1750,58 ppm	2,1%
		%	0,3%	0,0%	0,6%	1,2%	72,9%	25,0%		
BELEN	B1	frec.	1	1	7	9	301	17	1523,2 ppm	5,4%
		%	0,3%	0,3%	2,1%	2,7%	89,6%	5,1%		
	B2	frec.	0	0	85	251	0	0	638,39 ppm	100,0%
		%	0,0%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	0,0%		
RUCALAF	R1	frec.	128	54	28	24	82	20	850,41 ppm	69,6%
		%	38,1%	16,1%	8,3%	7,1%	24,4%	6,0%		
	R2	frec.	129	79	67	31	30	0	569,71 ppm	91,0%
		%	38,4%	23,5%	19,9%	9,2%	8,9%	0,0%		

Se observa que en verano la mayoría de los recintos cumple con los parámetros de aceptabilidad propuestos; al contrario de lo demostrado para período de invierno, donde la mayoría de los recintos con régimen ocupacional 24/7 están por sobre el valor sugerido. Revisando detalladamente las mediciones de CO² en estos recintos, se aprecia que la mayor concentración de ppm se presenta en el periodo nocturno, deduciendo la necesidad de implementar un sistema de ventilación eficiente y que evite pérdidas de calor por renovación de aire, el cual debería además ser previamente filtrado de partículas de contaminación desde el exterior.

5.2.4 Demanda Energética recintos habitables en estudio.

Para considerar la simulación de demanda energética, fue simulada la condición de necesidades energéticas para calefacción y refrigeración anual, considerando las siguientes variables ambientales externas y los aportes energéticos pasivos presentes para cada caso:

Tabla N° 37: Rangos e indicadores utilizados para la simulación de demanda Energética para cada caso de estudio, según el programa de simulación “MIT Design Advisor”.

Indicador	Rango o valor
Período de ocupación	24/7 ó 8/5, según sea el caso por recinto
Densidad de ocupación por persona	2.0 personas por m ²
Sistema de acondicionamiento	Ventilación natural para enfriamiento y calefacción mecánica
Masa Térmica	Alta. Piso de losa de Hormigón
Descripción del techo	Techo frio con aislación por sobre el cielo
Tipo de ventana	Simple / doble según sea el caso
Tipo de vidrio	Claro
Dimensión alero	0.3 / 0.6 m según sea el caso
Orientación de Fachada con ventana	Norte / Nor-Oriente/ Oriente (según sea el caso)
Aislación del muro	Con / Sin aislación
Valor R de techo	2.33 / 2.79 / 2.09 (m ² -°C)/W, según sea el caso
Valor R de muro	0.33 / 0.52 / 1.31 (m ² -°C)/W, , según sea el caso

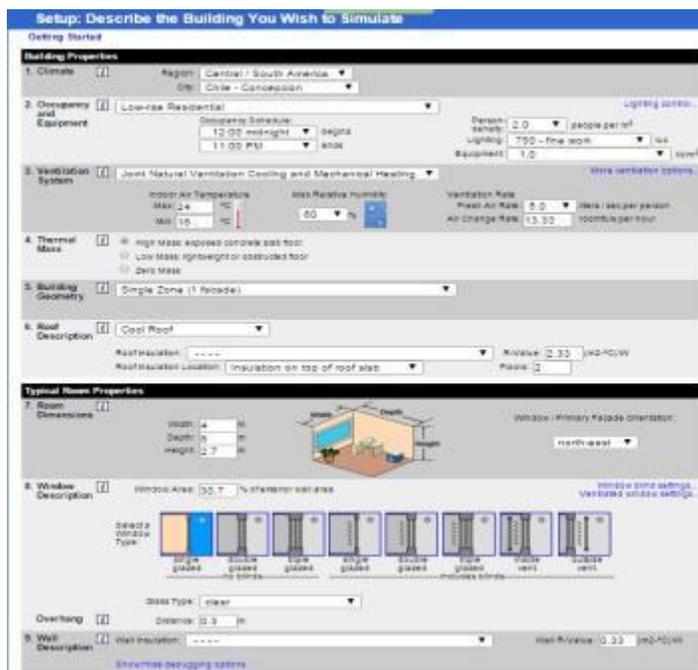


Figura N° 51: Plataforma de análisis de demanda energética “MIT Design Advisor”. Fuente: <http://designadvisor.mit.edu/design/>

Tabla N° 38: Rangos e indicadores utilizados para la simulación de demanda Energética para cada caso de estudio, según el programa de simulación “MIT Design Advisor”. Fuente: Elaboración propia.

Centro	Cód. sala	Superf (m ²)	Cap	Demanda energética simulada			Características edificio			
				régimen ocupación	Calefacción anual (kWh/m ²)	Refrigeración anual (kWh/m ²)	Orient. fachada	Niveles totales edificio	Mat. estructura	Tipo de ventana
ARR	A1	31,9	13	24/7	3,50	334,70	N-E	2	Hormigón Armado	Simple
	A2	22,95	9	8/5	10,60	167,20	N-E	2		
BEL	B1	19,76	8	24/7	27,00	249,80	E	1	Albañilería	Doble
	B2	13,71	5	24/7	38,60	229,40	E	1		
RUC	R1	28,00	11	8/5	27,10	0,00	N	1	Panel madera	Doble
	R2	45,00	18	8/5	25,90	0,00	N	1		

De acuerdo a los resultados, se observa una desproporcionada relación entre demanda de calefacción y refrigeración anual, para los casos de Arrullo y Belén, que fueron analizados bajo solicitudes de ventilación natural y calefacción mecánica, lo que presupone que los casos analizados requieren mejores condiciones de ventilación pasiva para enfriamiento, mediante mejoramientos aplicables a las aperturas de ventanas y a las disposiciones que permitan controlar el aporte de calor pro radiación desde el exterior, especialmente en período estival.

5.2.5 Percepción de la calidad ambiental interior de los casos de estudio.

Haciendo una cuantificación total de las encuestas de satisfacción en los casos de estudio, se expresan los siguientes valores en relación al nivel de conformidad del confort ambiental de las residencias de lactantes:

Tabla N° 39: Grados de conformidad globales de acuerdo a criterios principales preguntados en la encuesta de satisfacción de usuarios de los casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Criterio	Grado de conformidad (%)				
	Muy poco	Poco	Media	Conforme	Muy
Confort invierno mañana	16%	27%	26%	26%	5%
Confort invierno tarde	11%	5%	26%	47%	11%
Confort verano mañana	5%	5%	32%	42%	16%
Confort verano tarde	5%	21%	27%	26%	21%
Poder controlar T° interior	16%	5%	5%	48%	26%
Poder controlar vent. natural	5%	0	21%	32%	42%
Calidad del aire	0%	0%	32%	47%	21%
Renovación del aire	16%	10%	26%	32%	16%

En términos generales destaca la predominancia del grado **“Conforme”**, de acuerdo a la encuesta de satisfacción aplicada.

Como forma de corroborar los resultados de la encuesta, se procede a analizar comparativamente los indicadores de PMV y PPD obtenidos del análisis de cada caso de estudio, los cuales se muestran a continuación:

Tabla N° 40: Grados de conformidad globales de acuerdos a criterios principales preguntados en la encuesta de satisfacción de usuarios de los casos de estudio. Fuente: elaboración propia.

Centro	Estación	Situación		
		mañana	tarde	Promedio día
Arrullo	Invierno	INADECUADA	SATISFACT	INADECUADA
	PPD Invierno	47,12%	6,87%	20,61%
	Verano	INADECUADA	SATISFACT	SATISFACT
	PPD Verano	33,79%	8,17%	6,87%
Belén	Invierno	INADECUADA	SATISFACT	INADECUADA
	PPD Invierno	24,47%	5,25%	11,33%
	Verano	INADECUADA	SATISFACT	INADECUADA
	PPD Verano	33,32%	6%	11,81%
Rucalaf	Invierno	INADECUADA	SATISFACT	INADECUADA
	PPD Invierno	98,82%	9,04%	62,82%
	Verano	INADECUADA	SATISFACT	SATISFACT
	PPD Verano	20,61%	8,01%	7,7%

De los datos expresados en la tabla anterior, se observa que durante la **mañana** en ambas estaciones todos los casos de estudios se presentan **“inadecuados”**, al contrario de lo que se predice para la jornada de **tarde**, donde todas las situaciones se presentan como **“satisfactorias”**. En cuanto al promedio diario, la situación general para **invierno se presenta “inadecuada” para todos los casos**; en la situación general de verano, solo la Residencia de Lactantes Belén de Temuco se presenta **“inadecuada”**.

En términos generales, la percepción de confort higrotérmico y de calidad del aire en los centros analizados, se observa positivamente; ayudada fundamentalmente por la posibilidad de controlar las necesidades de renovación de aire gracias al uso de estrategias de ventilación pasiva en las Residencias de Lactantes.

Capítulo 6. Estándares de Desempeño y Estrategias para Alcanzarlos

Uno de los aspectos críticos demostrados en esta investigación tiene relación con la deficiencia cantidad de informaciones existentes para el establecimiento de indicadores de desempeño ambiental en recintos que requieren período de ocupación continuo; sumado a la dependencia de terceras personas requerida por los lactantes para alcanzar condiciones de habitabilidad interior aceptables a su equilibrio homeostático.

Otra condición importante de mencionar tiene relación con las condiciones climáticas en las que se ven expuestas las residencias de lactantes bajo clima templado oceánico, propiciando abordar criterios de diseño para envolventes con características de adaptabilidad dinámica ante variaciones climáticas diarias y estacionales; tomando en cuenta que las condiciones de equilibrio ambiental requeridas al interior de sus recintos habitables, deben tender a ser constantes durante todo el tiempo. Lo anterior, como consecuencia de la alta humedad exterior y las bajas temperaturas matinales en invierno, así como por la alta radiación solar a mediodía en época estival; provocando pérdidas y ganancias energéticas ocasionadas por la alta inercia térmica presente en este tipo de climas.

En relación a la calidad del aire interior, se considera que las referencias pesquisadas en recintos de salud son las más adecuadas para determinar el establecimiento de estándares para residencias de lactantes, (por su período de ocupación de 24/7). Un aspecto sensible de considerar tiene relación con la percepción general de conformidad expresada por los funcionarios encuestados y los deficientes niveles de calidad del aire registrados por los medidores de CO² en los recintos de mayor permanencia; lo que presume que las condiciones de renovación de aire para lactantes son insuficientes bajo las condiciones actuales de habitabilidad de las residencias de lactantes.

En respuesta a estos aspectos antes analizados, se proponen los siguientes estándares y estrategias de diseño para obtener las condiciones de equilibrio en el desempeño ambiental y energético de recintos interiores habitables para residencias de lactantes.

6.1 Estándares de desempeño ambiental interior

Habiendo ensayado y calibrado los indicadores pesquisados en el estado del arte, mediante la comparación cuantitativa de los resultados registrados instrumentalmente para cada recinto analizado de los casos en estudio – invierno y verano – fueron propuestos valores de equilibrio de confort ambiental dentro de rangos admisibles según condiciones climáticas estacionales y alcanzando frecuencias de aceptabilidad mínima en relación con el período de ocupación de los recintos habitables, según lo expresado en tabla N° 40.

Tabla N° 41: Resumen de los estándares propuestos de desempeño ambiental interior para residencia de lactantes. Fuente: elaboración propia.

Estándares propuestos de desempeño ambiental interior Residencias de Lactantes			
indicador	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Calidad el aire (ppm)
equilibrio confort ambiental	22°C	50%	500 + 350 ppm
Rango de aceptabilidad	±2°C	≥40% y ≤60% verano ≥40% y ≤70% invierno	≤ 800 ppm (verano) ≤ 1.000 ppm (invierno)
Frecuencia de aceptabilidad	60% del período total de ocupación (14,5 h = dormitorios; 7h = Sala activ.; 5h= recintos jornada diurna)		

Un aspecto fundamental considerado para determinar estos estándares, fue basado a partir de los resultados obtenidos en las simulaciones de demanda energética necesarias para alcanzar condiciones de equilibrio ambiental interior en los períodos de disconfort de los usuarios infantiles. Según estos resultados, debe prestarse atención a las condiciones de equilibrio para temperatura durante las primeras horas de la mañana en ambas estaciones, para humedad relativa del aire durante las tardes en verano y para calidad del aire nocturna en invierno; quedando demostrado que la mayor necesidad de demanda energética se requiere para calefacción diurna en invierno y ventilación nocturna en todo periodo del año.

Considerando que las referencias para los indicadores y frecuencia de condiciones de confort higrotérmico y calidad del aire interior para residencias de lactantes fueron obtenidas a partir de

lo recomendado para aulas y recintos educativos, fue propuesto un coeficiente de frecuencia para residencias de lactantes de 0,6 (equivalente al 60% del tiempo en un período de 24 horas continuas) orientado a cumplir por lo menos con 14,5 horas diarias bajo indicadores de confort ambiental interior para dormitorios, ya que es el lugar donde pasan mayor parte del tiempo los usuarios más vulnerables (entre 0 y 6 meses de edad: “lactantes inmóviles”) precisando de condiciones óptimas de habitabilidad para su desarrollo fisiológico.

6.2 Estrategias de Calentamiento

Especialmente necesaria para períodos de invierno, se propone:

- a) procurar materiales de pavimento que almacenen radiación solar diurna y muros divisorios interiores con características de masa térmica para liberar energía nocturna con inercia térmica propicia para estos efectos.
- b) Considerar recintos intermediarios tipo exclusiva o zaguán en aquellos recintos habitables que tengan salida directa con el exterior, sea patios o accesos, con el propósito de controlar las pérdidas de calor por apertura y cerramiento de puertas.

6.3 Estrategias de Enfriamiento

Especialmente necesaria para períodos de verano, está relacionada con la necesidad de aislar las condiciones de habitabilidad interior de los recintos habitables de lactantes de los efectos de la alta radiación solar, para lo cual se requiere revisar el diseño y la materialidad de las envolventes expuestas a la orientación Norte – NorOeste. Para ello se propone:

- a) proveer de pantallas solares de aperturas regulables en fachadas o aleros prominentes cerca de los dinteles de ventana;
- b) sistema de entretecho ventilado en caso de recintos ubicados en el último piso para mitigar el almacenamiento de calor;

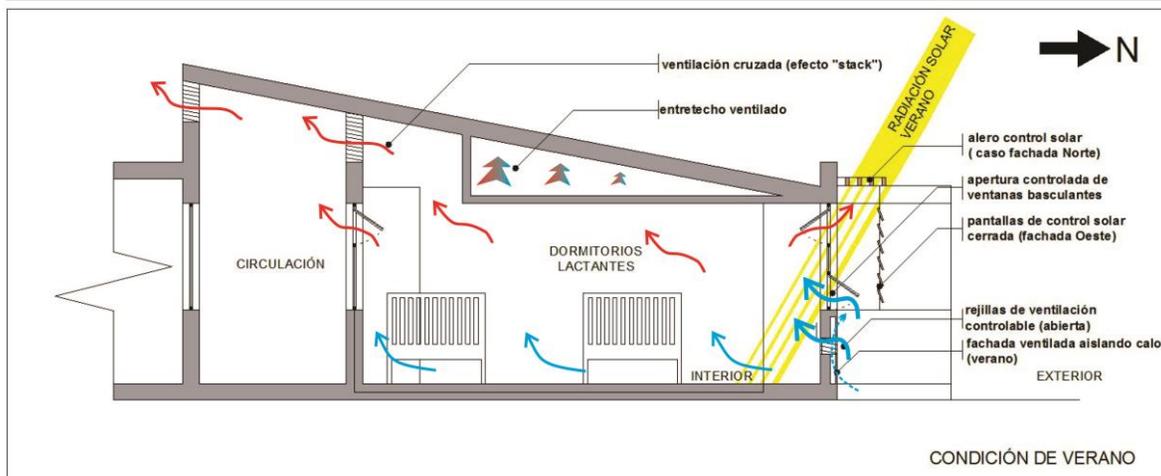
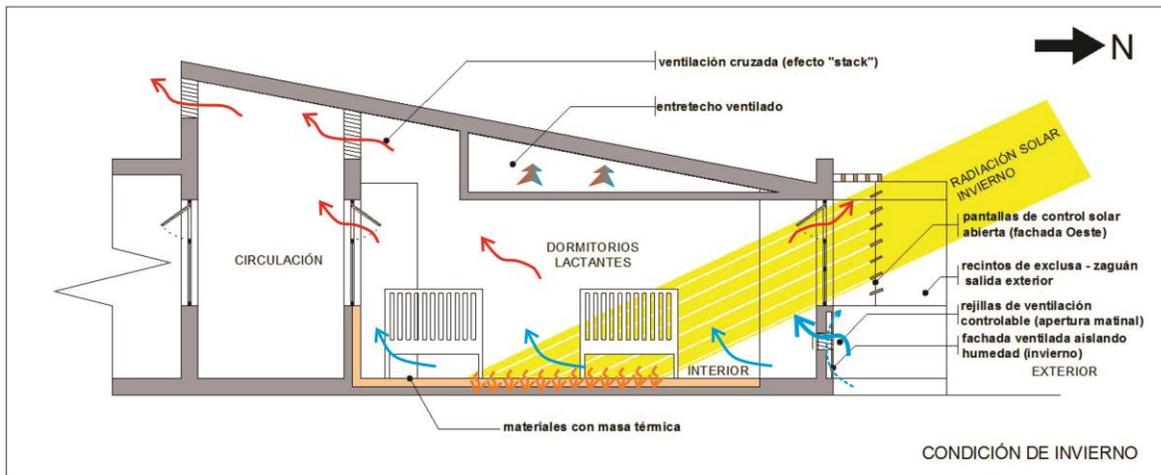
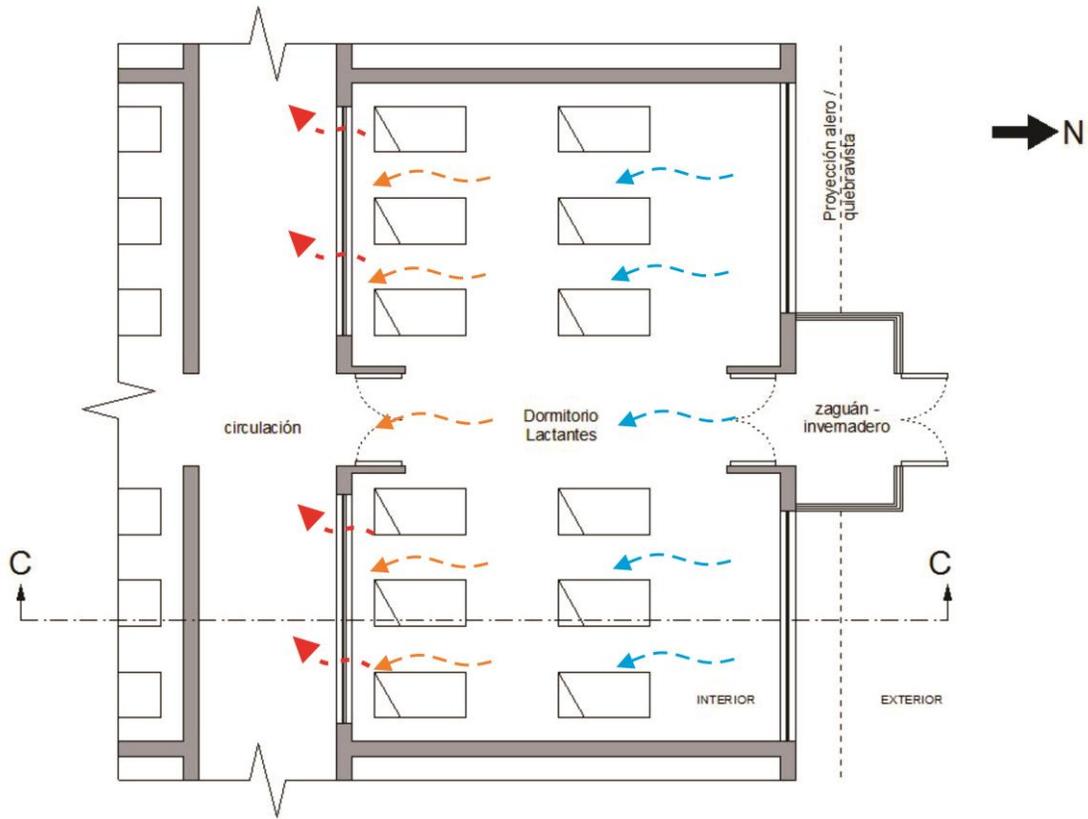
- c) fachadas ventiladas para aislar la radiación directa del sol y el traspaso de calor a través de la envolvente, así como ayudar a evitar el traspaso de humedad en invierno.

6.4 Estrategias de Ventilación

Es la estrategia más completa y compleja de proponer, siendo el aspecto más sensible para esta tipología de recintos y donde probablemente se requerirá de complementar las estrategias pasivas con sistemas de extracción y ventilación mecánicas con el propósito de asegurar la calidad ambiental de aire interior necesaria en residencias de lactantes.

- a) El dimensionamiento de las aperturas de ventanas y su facilidad de manipulación es esencial para el cumplimiento de esta estrategia, debiendo procurar un diseño que facilite la circulación controlada de aire desde el exterior y su extracción cuando sea posible y necesario.
- b) Como complemento a ello, debe propiciarse la ventilación cruzada; la cual puede ser hacia otro muro exterior opuesto o a algún pasillo central según sea el caso. En caso de no contar con la posibilidad de extraer el aire por ese medio, puede procurarse un diseño de cielo diferenciado con apertura superior para generar efecto de ventilación “stack”.
- c) Para el caso de renovación de aire en invierno, se recomienda procurar un sistema de ventilación controlada que permita el ingreso de aire exterior por medio de aperturas en la parte inferior de los muros de la envolvente, a través de la implementación de rejillas de ventilación de apertura controlable que controlen los puentes térmicos para evitar pérdida de calor.

Figura N° 52 a 54 (página siguiente): Estrategias de diseño pasivo para alcanzar estándares de desempeño ambiental en recintos interiores de residencias de lactantes
Fuente: Elaboración propia



Capítulo 7. Conclusiones

7.1 Conclusiones Generales

Al hacer análisis comparativo entre los resultados de las mediciones instrumentales de temperatura, humedad ambiental y niveles de CO² interior en los recintos habitables ocupados por lactantes versus la percepción de funcionario/as adultos que atienden a los anteriores; se demuestra una contraposición entre los estándares de desempeño propuestos para residencias de lactantes y la satisfacción experimentada por los adultos, lo cual demuestra que las condiciones de equilibrio homeostático necesarias para adultos y lactantes son divergentes. La reflexión anterior obliga a concentrar la atención en ofrecer ambientes interiores enfocados en priorizar las necesidades fisiológicas y metabólicas de los lactantes. En conclusión, la presente investigación consigue demostrar que la elaboración de herramientas de estandarización de desempeño ambiental interior y energético para la habitabilidad de recintos en residencias de lactantes, puede contribuir a fiscalizar las condiciones de atención requeridas para la calidad de vida y desarrollo de lactantes al cuidado de instituciones públicas ubicadas en climas templados oceánicos en Chile.

7.1.1 Aspectos tipológicos

Se observa la importancia de la localización de los recintos en relación con la orientación solar, permanencia de usuarios, aportes calóricos de los equipos en funcionamiento además del aporte de humedad y compuestos volátiles en la calidad del aire al interior de las residencias de lactantes; observándose en la totalidad de las guarderías analizadas que prioridad de localizar los recintos de mayor permanencia - Atención de Lactantes - está orientada hacia la mayor incidencia de radiación solar. Por el contrario, las áreas de servicios, se localizan en puntos ciegos de la planta física o en fachadas con poca exposición a la radiación solar, cuidando de comprometer el exceso de humedad en sus recintos. En ambos casos referenciales europeos, se evidenció la importancia de generar recintos “exclusa” en los puntos de contacto de las circulaciones con el exterior, de modo de controlar las pérdidas de calor desde el interior. En relación con la proporción de

superficie edificada destinada para la atención de usuarios, se observó en las guarderías de uso diurno que la mayoría de la superficie (sobre el 50%) se destina exclusivamente para las actividades de lactantes; y en menor cuantía (entre 45 y 49%) en las residencias de lactantes locales; en especial por el aumento en la cantidad de superficie destinada a la administración de este tipo de centros (en orden del 20% del total), de acuerdo a lo indicado en la tabla a continuación:

Tabla N° 42: Análisis comparativo relación superficie habitable atención lactantes Guarderías (uso diurno) versus Residencias de Lactantes (24/7). Fuente: Elaboración propia.

Ref.	Casos de Estudio			% área útil recintos			
	Tipo	Localización	país	Administrat.	Aten. Lactantes	Servicios	Circulaciones
Intern	Guardería	Nivelles	Bélgica	16,2	53,3	11,6	18,9
		Heidenau	Alemania	8,7	55,4	12,7	23,2
Nac	Res.Lact.	Concepción	Chile	20,8	44,2	17,6	17,4
		Temuco		18,4	49,4	20,8	11,8
	Guardería	Villarrica		9,2	68,5	21,7	0,7

7.1.2 Aspectos de calidad ambiental

En lo que respecta a las mediciones de humedad relativa del aire y al ajuste propuesto del rango de aceptabilidad, tiene relación con las condiciones climáticas presentes en el clima templado oceánico en estación invernal, debido a que mantener las indicaciones sugeridas por los estándares referenciales obligarían a priorizar la utilización de sistemas activos para mantener las condiciones de equilibrio propuestas con tolerancias menores. Es por esto que se debe considerar en el diseño de edificaciones futuras para residencias de lactantes, características de diseño de la envolvente que permitan minimizar la contribución de humedad exterior que ingresa por capilaridad a los recintos habitables; así como propender a mejorar las condiciones de ventilación de los recintos y a localizar estratégicamente la distribución de los lechos ocupados por los lactantes para el desarrollo de sus actividades de estimulación temprana, de modo de facilitar la circulación de aire interior y minimizar el contacto físico de estos con la envolvente. En relación con el grado de conformidad inadecuada expresada durante la jornada diurna en los recintos habitables, particularmente en invierno; se atribuye su insatisfacción a las concentraciones

elevadas de CO² registradas durante la noche en recintos de ocupación 24/7, sumado a las temperaturas expresadas bajo el rango de confort. Por estas razones es que se propusieron estrategias de ventilación que asegurasen la renovación de aire sin pérdida de calor por puentes térmicos; así también las estrategias de calentamiento por inercia térmica al interior de los recintos, favoreciendo también a la disminución gradual durante el resto de la jornada diurna de la dependencia de sistemas activos de calentamiento, contribuyendo a la eficiencia energética del edificio. Lo anterior, se expresa en la siguiente tabla de análisis de brechas de desempeño y las estrategias de mejoramiento de la calidad ambiental propuestas.

		Brechas de desempeño			Estrategias
		Temperatura	Humedad relativa	Calidad del aire	
invierno	día	Bajo el rango de confort en las primeras horas del día	Sobre el rango a primera hora del día, consecuencia del descenso de temperatura nocturna	Excesivamente elevada durante las primeras horas del día, disminuyendo abruptamente por causa de las rutinas de ventilación	Aporte de radiación solar controlada matinal (ventanas Nor-Oriente); materiales de terminaciones con capacidad de almacenamiento radiativo, ingreso de aire fresco exterior deshumidificado y controlado con intercambiador de calor
	noche	En equilibrio, mantenida por causa del aporte calórico de los sistemas activos de calefacción	Elevadas durante la noche, se mantiene alta por causa de la humedad ambiente exterior elevada	Aumenta considerablemente a partir de la tarde-noche, ocasionada por el aporte de sistemas de calefacción y estanqueidad de los recintos	Facilitar la extracción de aire viciado mediante ventilación cruzada superior (aperturas controladas), control de humedad exterior a través de fachadas ventiladas, permitir aporte calórico por masa térmica y disminuir calefacción activa
verano	día	Aumenta durante la tarde, sobrepasando levemente el rango de confort	Dentro del rango pero oscilante, disminuyendo al mínimo aceptable en la tarde	Dentro del rango de confort establecido, principalmente por causa de las rutinas de ventilación para mitigar el exceso de calor por radiación	Privilegiar la ventilación cruzada y controlar el aporte de radiación N-P utilizando pantallas de control solar, así como fachada ventilada para aislar del aporte de radiación en la masa térmica de fachada. Procurar la ventilación y aislación térmica de entretecho
	noche	Se mantiene sobre el rango de confort, comenzando a disminuir a llegar al equilibrio durante la madrugada	Comienza a elevar de noche, siempre dentro del rango aceptable	Relación inversamente proporcional con la variación de t°, aumenta la concentración de partículas a medida que la temperatura comienza a descender	Facilitar la extracción de aire viciado mediante ventilación cruzada superior (aperturas controladas).

Tabla N° 43: Brechas de desempeño diario y estacional de la calidad ambiental interior y estrategias de mejoramiento de desempeño pasivo para residencias de lactantes en clima templado oceánico. Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Aspectos de desempeño energético

Otro aspecto crítico observado tiene relación con la necesidad de establecer protocolos de utilización, por parte de los funcionarios que atienden a los lactantes, de los sistemas y tecnologías de acondicionamiento ambiental interior con que cuentan en la actualidad las residencias de lactantes; así como con orientar la correcta utilización y mantención de los recintos, ya que en algunos casos se cuenta con elementos arquitectónicos y equipamientos proyectados para otorgar condiciones de habitabilidad eficiente y confortable pero que no son utilizados adecuadamente, para lo cual será fundamental instruir al personal de atendimento de los lactantes en la manipulación de esos elementos que fueron pensados para entregar confort ambiental.

7.2 Aspectos Faltantes

Es necesario promover la creación y desarrollo de exigencias normativas específicas para tipologías que precisen entregar condiciones permanentes de habitabilidad a infantes, en especial para todos los centros de protección de la red SENAME en función de su régimen de funcionamiento continuo, cuidando de sobre exigir los requerimientos al punto de convertirlos en establecimientos de Salud. Quedó demostrado en los ejemplos revisados de estándares internacionales europeos, que existen herramientas para el diseño de este tipo de edificios.

Una observación importante para el diseño y evaluación post-operativa de los inmuebles de uso terciario, es proveer de equipamientos de monitorización fijos y centralizados para la evaluación periódica de las condiciones de habitabilidad interior de los edificios con régimen de ocupación permanente, dada la sensibilidad de desarrollo fisiológico y equilibrio homeostático necesario para sus ocupantes. También se hace necesario poder contar con herramientas de diagnóstico y evaluación de desempeño ambiental interior que faciliten su comprensión, ya sea por medio del desarrollo de aplicativos computacionales didácticos para smartfones como software de código libre para aplicar evaluaciones de demanda energética y consumo energético con base de datos actualizables en línea.

Otro aspecto importante de destacar es la notable contribución a la edificación pública del país realizada por el Ministerio de Obras Públicas, al procurar el desarrollo de estándares de calidad ambiental y eficiencia energética. Sin embargo, todavía es necesario implementar el desarrollo de nuevas normas que reglamenten la aplicación de estos parámetros de calidad ambiental, en conjunto con la voluntad de abordar las necesidades de ahorro energético y confort ambiental como política de estado, con programas estatales que aseguren continuidad en la entrega de recursos financieros para investigación y formación especializada para funcionarios públicos y personal de servicio que colaboran en el funcionamiento de edificios públicos; ya que ellos son un elemento fundamental en la correcta operación y desempeño eficiente de los inmuebles.

7.3 Posibles Pesquisas Futuras

A partir de la metodología utilizada para el establecimiento de estándares propuestos para desempeño ambiental y energético para residencias de lactantes bajo clima templado oceánico, se observa necesaria su aplicación bajo otras características climáticas, especialmente aquellas de clima cálido seco presentes en el norte del país.

Otra pesquisa importante a ser desarrollada en el futuro pudiera tener relación con el establecimiento de estándares de calidad ambiental interior para Hogares de Ancianos; debiendo complementar las condiciones higrotérmicas y de calidad del aire necesarias, con estándares de iluminación natural y acústicas, en función del equilibrio homeostático necesario para personas de la tercera edad.

Referencias Bibliográficas

Libros:

- MEDIO AMBIENTE, Informe Anual 2009. Publicación anual. Santiago, Chile, Instituto Nacional de Estadísticas, 2011. 240 p.
- MANUAL EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN. Certificación Edificio Sustentable. Versión 1. Santiago, Chile, Instituto de la Construcción, 2014. 194 p.
- BIENESTAR HABITACIONAL. Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable. Primera edición. Santiago, Chile, Instituto de la Vivienda, 2004. 120 p.
- GUÍA DE DISEÑO para la eficiencia energética en la vivienda social. Santiago, Chile, Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, 2009. 203 p.
- MANUAL DE DISEÑO PASIVO y Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Primera Edición. Santiago, Chile, Instituto de la Construcción, 2012. 209 p.
- MÁS SANOS Y MAS SEGUROS. Material de apoyo para jardines Infantiles y Salas Cuna. Santiago, Chile, Fundación Integra, 2007. 220 p.
- NATIONAL BEST PRACTICES MANUAL for Building High Performance Schools. Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U.S. Department of Energy, 2007. 457 p.

Tesis:

- PERINI, Renato. Rehabilitación ambiental y Energética de edificios de oficinas en el clima cálido húmedo de Brasil. Tesis (Master Arquitectura, Energía y Medio Ambiente). Barcelona, España. Universitat Politècnica de Catalunya, 2009. 37 p.

- MANDALLENA, Céline. Elaboration et application d'une method d'évaluation et d'amélioration de la qualité environnementale de bâtiments tertiaries en exploitation. Tesis (Docteur Spécialité Mécanique) Bordeaux, France. Université de Bordeaux, Ecole Doctorale des Sciences Physiques et de L'Ingenieur, 2006. 265 p.
- SALDÍAS M., Ricardo y LIRA C., Guillermo. Tratamientos de los puentes térmicos y su importancia en el control de la eficiencia energética. Tesis (Ingeniería en Construcción). Temuco, Chile. Universidad de la Frontera, Departamento de Ingeniería de Obras Civiles, 2008. 181 p.
- FLORES R., José. Aislamiento Acústico en "Proyecto de Reciclaje Casa Lopetegui Mena". Tesis (Licenciatura en Acústica). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencia de la Ingeniería, 2008. 99 p.

Artículo de Revista:

- VIDAL, R. Arquitectura y Homeostasis: elementos para un diseño más humano. Arteoficio, Escuela de Arquitectura Universidad de Santiago de Chile. 3:19-24, 2004.

Documento presentado en congreso:

- BAIXAS J., BUSTAMANTE W., ENCINAS F. y UBILLA M. 2008. Effective architectural design strategies for thermal comfort and energy efficiency in two nursery schools in Chile. En: PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture. 22 al 24 de Octubre 2008. Dublin, Irlanda. 6 p.
- COPRORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. Proyecto Innova. Evaluación de estrategias de diseño constructivo y de estándares de calidad ambiental y uso eficiente de energía en edificaciones públicas mediante monitorización de edificios construidos. En: Seminario lanzamiento proyecto INNOVA DA/MOP. 1 de Mayo 2013. Santiago, Chile. 65 p.

- CLINICA DÁVILA. Eficiencia Energética y ahorro de energía. Subgerencia de Operaciones. En IV Congreso de Infraestructura Hospitalaria. 4 al 6 de Agosto 2010. Santiago de Chile. 64 p.

Leyes:

- Decreto Supremo Nº 393. CHILE. Nuevos requisitos para planta física de los establecimientos educacionales. Artículo Nº 7, Numeral 8. Ministerio de Educación, Santiago, Chile, Marzo de 2010. 5p.
- Decreto Supremo Nº 47. CHILE. Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile, Abril de 1992. 377p.
- Decreto Supremo Nº 954. CHILE. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Ministerio de Salud, Santiago, Chile, Septiembre de 1999. 44p.

Normativas:

- ASHRAE. (1992), ASHRAE 55 – 1992. Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, Ga. USA.
- ISO. (1985), ISO 7726:1985 Thermal environments – Instruments and method for measuring physical quantities. International Organization for Standardization, Geneva. Switzerland.
- ISO. (1984), ISO 7730:1984 Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specifications of conditions for thermal comfort. International Organization for Standardization, Geneva. Switzerland.

- INN. (1991), Nch853: Acondicionamiento térmico – Envolverte térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas. Instituto Nacional de Normalización. Santiago de Chile.
- INN. (2008), Nch1079: Arquitectura y construcción. Zonificación Climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico. Instituto Nacional de Normalización. Santiago de Chile.
- UNE. (2008), UNE – EN 13779: Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid. España.

Abstracts:

- MALCHAIRE, J. y DURIEUX, N. Thermal comfort in nurseries. *Indoor Air*. 5(2):129–135, 1995.
- DASCALAKI, E. y VALISEIOS, N. Energy performance and indoor environmental quality in Hellenic schools. *Energy and Building*. 43(2-3): 718 – 727, 2011.
- SANTAMOURIS, M. “et al”. Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece. *Energy*. 32(9): 1781 – 1788, 2007.
- THEODOSIOU, T. y ORDOUMPOZANIS, K. Energy, comfort and indoor air quality in nursery and elementary school buildings in the cold climatic zone of Greece. *Energy & Buildings*. 40(12): 2207 – 2214, 2008.
- COLEMAN-PHOX, K., ODOULI, R, y LI DK. Use of fan during sleep and the risk of sudden infant death syndrome. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 162(10): 963 – 968, 2008.

- HAVERINEN-SHAUGHNESSY, U. "et al". Children's homes – determinants of moisture damage and asthma in Finnish residences. *Indoor Air* 16: 248-255, 2006.
- KUCHEN, E. Ventilación de espacios de trabajo en edificios de oficina y su influencia sobre la eficiencia energética. *Revista Hábitat Sustentable*. 3(2): 55-65, 2013.
- VÁSQUEZ G., GÓMEZ E. y GAMBOA E. Condiciones higiénico sanitarias de los servicios de alimentación en instituciones infantiles del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar de Bucaramanga, Colombia. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 17(1):23-33.2006.
- PEREDNIS, E. y KARBAUSKAITĖ, J. Kacergines vaiku sanatorijos silumines energijos vartojimas (*Consumo de energía térmica en el Sanatorio infantil de Karcergines*). *Energetika*. 2: 63-67. 2006.
- GUECHCHATI, R. "et al". Simulation de l'effet de l'isolation thermique des bâtiments cas du centre psychopédagogique SAFAA à Oujda. *Revue des Energies renouvelables*. 3(2): 223-232. 2010.
- SAELENS, D., PARYS, W. y BAETENS, R. Energy and confort performance of thermally activated building systems including occupant behavior. *Building and Environment*. 46(4): 835 – 848. 2011.
- AYALA, N. y OLIVER, G. Calidad del aire en edificios destinados a oficinas. Parámetros y estándares de Diseño y gestión para una ventilación eficiente. *Ciencia & Trabajo* 12(37): 349 – 354. 2010.

Textos electrónicos:

- SCOLAIRE – Maison de la petite enfance – Cadenet (84) [en línea] <http://www.enviroboite.net/scolaire-maison-de-la-petite-enfance-cadenet> [Consulta: 12 julio 2014].

- REGLAMENTO de instalaciones Térmicas en los edificios: RITE. Eficiencia energética en renovación de aire. [en línea] http://www.coeticor.org/newsletter_mayo09/ponencia_xornada [Consulta: 12 julio 2014].
- TÉRMINOS DE REFERENCIA estandarizados con parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios. [en línea] www.arquitecturamop.cl/CNBCB/Documents/ANEXO7TDREFICIENCIAENERGETICAMOPDA.dpf [Consulta: 12 julio 2014].
- MANUAL Sistemas Solares Térmicos [en línea]
- http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20070212164420&hdd_nom_archivo=Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014.pdf [Consulta: 12 julio 2014].
- NORMATIVA INSTITUCIONAL Seguridad y Prevención de Riesgos de accidentes en establecimientos de educación parvularia. Junta Nacional de Jardines Infantiles [en línea]
- <http://www.educacionespecial.mineduc.cl/usuarios/parvularia/File/JUNJI/DOCUMENTOS%20TECNICOS/NORMATIVAINSTITUCIONALDESEGURIDAD.pdf> [Consulta: 12 julio 2014].
- MANUAL del Programa de Transferencia de fondos desde la JUNJI a entidades sin fines de lucro que creen, mantengan y/o administren Jardines Infantiles. Junta Nacional de Jardines Infantiles [en línea]
- http://www.junji.gob.cl/portal/transparencia/marco_normativo/2013/resolucion_exenta_159.pdf [Consulta: 12 julio 2014].
- HABITABILIDAD de niños y niñas. Estudio “Espacios de uso cotidiano de niños y niñas”. Fondo de Solidaridad e Inversión Social, Gobierno de Chile. [en línea]

- <http://www.crececontigo.gob.cl/wp-content/uploads/2013/06/01-Habitabilidad-de-los-ninos-as.pdf> [Consulta: 12 julio 2014].
- ESTÁNDARES MÍNIMOS DE CALIDAD para la atención residencial. Departamento de Protección de Derechos, Área de Gestión Programática, Servicio Nacional de Menores. Enero 2010 [en línea]
- http://www.sename.cl/wsename/licitaciones/p18-30-07-2010/estandares_minimos.doc. [Consulta: 12 julio 2014].
- ORIENTACIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS Modalidad Centros de Diagnóstico para Lactantes o Preescolares. Departamento de Protección de Derechos, Servicio Nacional de Menores. [en línea]
- <http://www.sename.cl/wsename/otros/proteccion/Centros%20de%20Diagnostico%20Lactantes%20y%20Preescolares.pdf>. [Consulta: 12 julio 2014].
- BASES TÉCNICAS Línea programas Modalidad Protección Especializada “Programas Especializados en temática de niños niñas y/o adolescentes en situación de calle”. Servicio Nacional de Menores. Marzo 2007 [en línea]
- <http://www.sename.cl/wsename/estructuras.php?name=Content&pa=showpage&pid=14>. [Consulta: 12 julio 2014].
- BASES TÉCNICAS Línea de acción Centros Residenciales modalidad: Residencias de Protección para Lactantes y Pre – escolares (RPP), Servicio Nacional de Menores. Enero 2010 [en línea]
- <http://www.sename.cl/wsename/estructuras.php?name=Content&pa=showpage&pid=14>. [Consulta: 12 julio 2014].

- MANUAL DE ESTIMULACIÓN TEMPRANA socio-afectiva para bebés de 0 a 12 meses. Unidad de intervención temprana, Servicio Nacional de Menores. [en línea]

http://www.sename.cl/wsename/otros/doc_sename/Manual_Estimulacion_Temprana_0-12_meses_SENAME.pdf. [Consulta: 12 julio 2014].
- ORIENTACIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS Modalidad Residencias de Protección para Lactantes o Preescolares. Servicio Nacional de Menores. [en línea]

<http://www.sename.cl/web/wp-content/uploads/2014/12/Residencias-proteccion-Lactantes-y-Preescolares.pdf>. [Consulta: 12 julio 2014].
- Ord. N° 0414, 31 de enero 2013, Servicio Nacional de Menores. Dirigido a Jefe dela División de Reinserción Social, Ministerio de Justicia. Materia: Remite avance de observaciones realizadas en visitas a residencias por CISC. Cread Belén. [en línea]

http://dosvias.minjusticia.gob.cl/media/2013/08/Novena-CPSSRS-Region-de-la_Araucania.pdf. [Consulta: 12 julio 2014].
- Ord. N° 0414, 31 de enero 2013, Servicio Nacional de Menores. Dirigido a Jefe dela División de Reinserción Social, Ministerio de Justicia. Materia: Remite avance de observaciones realizadas en visitas a residencias por CISC. Cread Belén. [en línea]

http://dosvias.minjusticia.gob.cl/media/2013/08/Novena-CPSSRS-Region-de-la_Araucania.pdf. [Consulta: 12 julio 2014].

Glosario

1. **Calidad del Ambiente Interior (CAI):**

Referido a las condiciones adecuadas para que los usuarios de un edificio realicen diversas actividades en su interior. En la CAI influyen la arquitectura y construcción del edificio (sistemas pasivos), para luego ser complementada por las instalaciones (sistemas activos). También influyen en la CAI aspectos asociados al tipo de uso y operación del edificio⁴¹

2. **Calidad del Aire:**

Se consigue con la renovación del aire en interior de edificaciones de forma permanente para evitar contaminación y olores desagradables, por presencia de partículas, gas carbónico o humo. La calidad está también directamente relacionada con la Humedad Relativa del Aire, indicados en el diagrama de confort.

Se presentan alteraciones en la calidad del aire en viviendas provocado por la presencia de alta concentración de personas en espacios pequeños, el uso de sistemas de calefacción de llama abierta. Se considera una ventilación mínima de 20 m³/H por persona, mediante ventilación controlada y autorregulable. Países desarrollados se cuenta con sistemas de ventilación mecánica controlada, combinado con aberturas autorregulables que aseguran ventilación mínima en el ambiente interior. (Fuente: Guía de Diseño para le eficiencia energética en la vivienda Social. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009)

3. **Clo:**

⁴¹ CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2014. *Manual Evaluación y Calificación – Sistema Nacional de Certificación de Calidad Ambiental y Eficiencia Energética para Edificios de Uso Público – Santiago.*

Unidad utilizada para expresar el aislamiento térmico proporcionado por prendas y conjuntos de ropa, donde $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$ ($0,88 \text{ m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F} / \text{BTU}$).

4. **Confort Higrotérmico:**

Sensación que siente una persona, en sintonía con temperatura y la humedad ambiente de la habitación donde se encuentra. Esta sensación varía entre los individuos, no todos tienen los mismos estándares de confort, no se visten de la misma manera, acostumbrándose más o menos bien a las condiciones climáticas exteriores, sin necesitar los mismos niveles de temperatura para sentirse confortables.⁴²

5. **Confort térmico:**

Condición mental que expresa Satisfacción con el ambiente térmico y es calculada por evaluación subjetiva de los usuarios.

6. **Evaluación Prescriptiva:**

Se enfoca en los efectos en la CAI y el uso de recursos, fijando requerimientos |basados en prestaciones o resultados (output), usando los sistemas pasivos y activos como “inputs”. Se realiza mediante programas informáticos especializados del tipo dinámico o planillas de cálculo

7. **Evaluación Prestacional:**

Se enfoca en las causas que influyen en la CAI y el uso de los recursos, fijando criterios determinados talos como valores límite de la Transmitancia térmica de la envolvente y rendimiento nominal e los equipos.

⁴² <http://www.qualite-logement.org/la-qualite-de-a-a-z/glossaire/src/default/term/confort-hygrothermique.html>
. Association Qualitel pur la qualite du logement. Glosaire.

8. Homeostasis:

Es la capacidad del cuerpo de autorregularse para mantenerse en equilibrio frente a los cambios que se producen en el medio externo. Etimológicamente, la palabra procede del griego *homeo* que significa igual y *stasis* que significa quieto. Por lo tanto, es el conjunto de procesos activos del organismo que tienden a mantener de manera estable las condiciones que permiten la vida, por medio de mecanismos compensatorios y mecanismos anticipatorios, lo que se conoce como equilibrio dinámico.⁴³

9. Metabolismo (personas):

Actividad física. Mayor actividad permite disminuir la temperatura de confort por estar generando más calor.

10. met:

Unidad utilizada para describir la energía generada en el interior del cuerpo debido a la actividad metabólica, definida como 58,2 W / m² (18,4 Btu / h · ft²), que es igual a la energía producida por unidad área de una persona promedio, sentado en reposo. La superficie de una persona promedio es de 1,8 m² (19 ft²).

11. Residencia de Lactantes:

Corresponde a una instancia residencial especialmente abocada a garantizar el cuidado y protección de lactantes vulnerados en sus derechos, cuando inevitablemente deben ser separados de sus familias, en tanto su permanencia con éstas implica un riesgo para su integridad física, psicológica y Social. Por su carácter residencial estos deberán proveer de condiciones que aseguren al niño o niña la satisfacción de necesidades básicas, psicológicas,

⁴³ VIDAL RODRIGO, 2004, *Arquitectura y Homeostasis: elementos para un diseño más humano*, Santiago: Revista Arteoficio N°3 – Universidad de Santiago.

afectivas y de estimulación integral en un ambiente de afecto y calidez. En específico, éstas atienden a niños y niñas desde su nacimiento hasta los 2 años de edad, aproximadamente.⁴⁴

12. Sala Cuna:

Edificio en el cual se cumplen funciones de cuidado diario de niños y niñas desde los 84 días hasta los 2 años de vida. Lo anterior debido a que los padres trabajan y no pueden brindar el cuidado y atención necesaria para el período de formación de lactantes. Debe contar con proyecto de estimulación temprana para estimular su desarrollo físico y emocional.⁴⁵

13. Tasa de utilización del espacio:

Es la relación entre la utilización efectiva o prevista de los espacios educativos y su utilización posible o ideal durante la semana escolar. Esta tasa se calcula dividiendo la carga total de horas semanales por el número de espacios multiplicado por la disponibilidad teórica disponible (en horas semanales) del establecimiento. (Fuente: Guía de Diseño de Espacios Educativos Ministerio de Educación Chile – UNESCO)

14. Temperatura del aire del recinto:

Actúa en la potencia (cantidad de calor/ unidad de tiempo) de intercambio de calor por convección. Rangos de confort entre 20 y 27°C (invierno y verano respectivamente)

15. Temperatura superficial interior de la envolvente:

Temperatura radiante (Tr) promedio de las temperaturas de distintas superficies del recinto representada por un ángulo entre el cuerpo y la superficie.

⁴⁴ SERVICIO NACIONAL DE MENORES, 2009. *Orientaciones técnicas específicas Modalidad residencias de Protección para Lactantes o Preescolares.*

⁴⁵ Fuente: Chile Crece Contigo. <http://www.crececontigo.gob.cl/2009/desarrollo-infantil/1-a-2-anos/la-sala-cuna/#>

- 1- Humedad Relativa del aire (HR): actúa sobre la posibilidad de intercambiar calor por evaporación del sudor. Mientras menor la HR, más fácil la evaporación. Rango entre 20% y 70%.
- 2- Velocidad del aire: También actúa sobre la evaporación del sudor. A > velocidad, aumenta la evaporación, evitando el líquido superficial. Invierno es recomendable evitar alta velocidad del aire. Valores mínimos entre 0 y 1 m/s. (Cita de página 39).

16. Tipología:

Es la ciencia que estudia los tipos o clases, la diferencia intuitiva y conceptual de las formas de modelo o de las formas básicas. La tipología se utiliza mucho en términos de estudios sistemáticos en diversos campos de estudio para definir diferentes categorías.

En el ámbito de la arquitectura, la tipología es el estudio de los tipos elementales que pueden formar una norma que pertenece al lenguaje arquitectónico. Puede referirse al layout de una planta habitacional, por ejemplo, el número de dormitorios y baños que tiene, etc.⁴⁶

17. Vestimenta (personas):

Reduce el intercambio de calor. A baja temperatura, aumenta la vestimenta. Unidad CLO.

⁴⁶ <http://www.significados.com/tipologia>.

Anexos

Anexo 1: Resultado mediciones instrumentales casos de estudio.

Anexo 2: Formato cuestionario de encuesta.

ANEXO 1

RESULTADOS

MEDICIONES INSTRUMENTALES CASOS DE ESTUDIO

Establecimiento de Estándares de Desempeño Ambiental y Energético para Residencias de Lactantes Chilenas Ubicadas en Climas Templados Oceánicos.

AUTOR

Arq. Miguel Ángel Pino Quilodrán

PROFESOR GUÍA

PhD. Ariel Bobadilla Moreno

CONCEPCIÓN, 30 de Marzo 2016

INDICE

RESULTADOS CASOS DE ESTUDIO.....	132
1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN	133
1.1 DESCRIPCIÓN RECINTOS EVALUADOS CENTRO DE LACTANTES ARRULLO.	133
1.1.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto A1 – Arrullo.....	134
1.1.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto A2 - Arrullo.	137
1.1.3 Resultados Encuesta de Satisfacción Usuarios Centro Lactantes Arrullo.	140
1.2 DESCRIPCIÓN RECINTOS EVALUADOS CENTRO DE LACTANTES BELÉN... ..	144
1.2.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto B1- Belén.	145
1.2.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto B2- Belén.	148
1.2.3 Resultados Encuesta de Satisfacción de usuarios Centro Lactantes Belén.	151
1.3 DESCRIPCIÓN RECINTOS EVALUADOS SALA CUNA RUCALAF.....	155
1.3.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto R1 – Rucalaf.....	156
1.3.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto R2 – Rucalaf.....	159
1.3.3 Resultados Encuesta de Satisfacción de usuarias Sala Cuna Rucalaf.	162

RESULTADOS CASOS DE ESTUDIO

Para cada uno de los 3 casos de estudio, se analizaron 2 recintos:

- Sala Dormitorio (o Sala Cuna): que alberga en cada caso las cunas para el descanso y protección elemental de los lactantes, así mismo algunas instalaciones para el aseo y muda de ropa de los lactantes.
- Sala de Actividades: que alberga equipos, muebles y elementos didácticos para el desarrollo de las terapias de estimulación temprana, necesarias para la formación psicomotriz de los lactantes, así también acontecen las actividades de lactancia y alimentación dependiendo del rango etario en que los usuarios se encuentren.

A continuación, se presentan las características climáticas, constructivas y arquitectónicas de los tres casos en estudio; describiendo su materialidad, diseño, componentes principales, y sistemas de acondicionamiento ambiental interior para cada edificación.

1.1.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto A1 – Arrullo.

a) Condición de verano recinto A1.

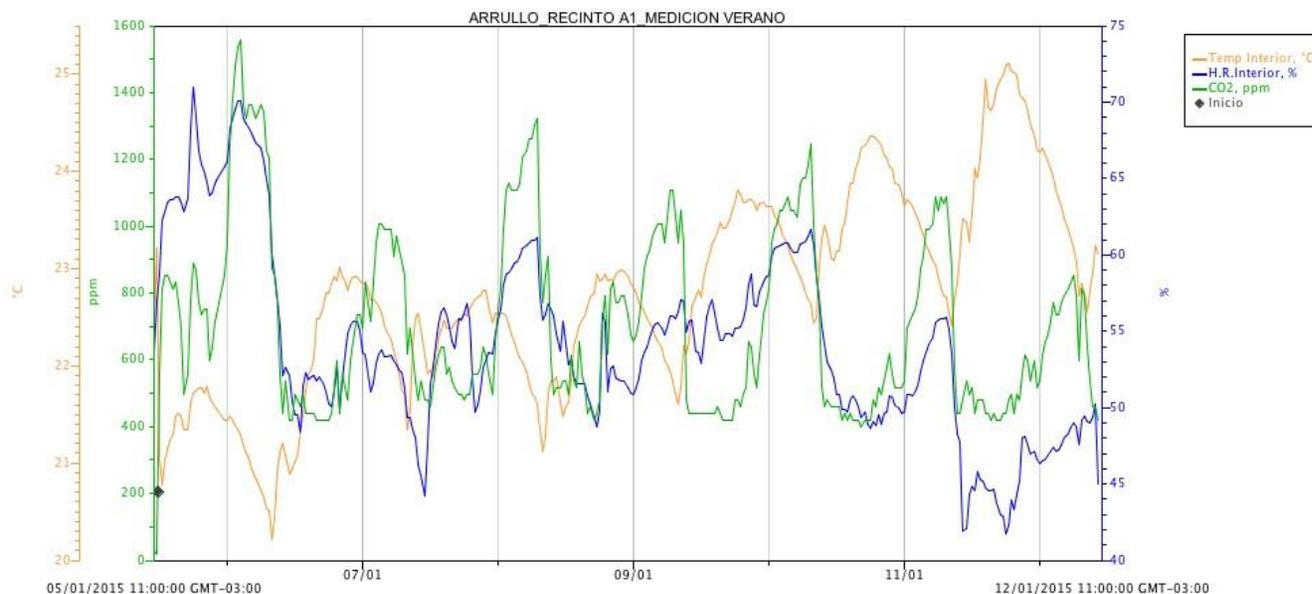


Grafico N°1: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto A1, Arrullo en condición de verano, periodo comprendido entre el 02/01/2015 y el 12/01/2015.

b) Condición de invierno recinto A1.

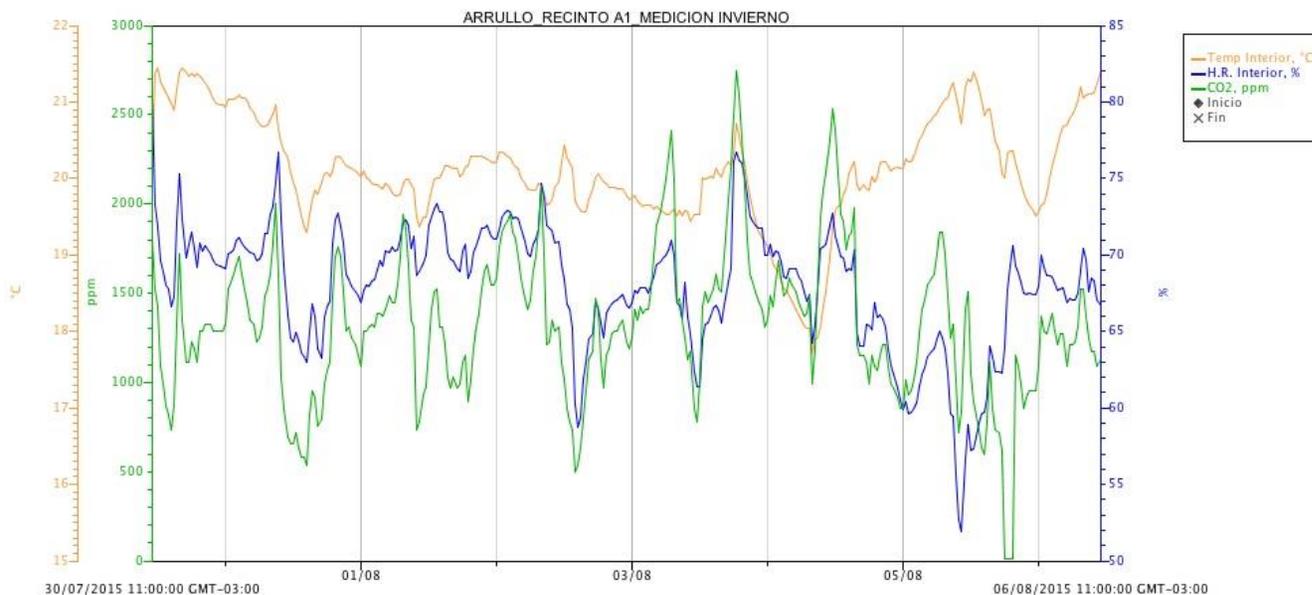


Grafico N°2: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto A1, Arrullo en condición de invierno, periodo comprendido entre el 30/07/2015 y el 06/08/2015.

código sala	estac	T° interior (°C) Arrullo A1										prom semanal (°C)	
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°		
A1	VER	frec.	0	0	0	13	72	129	81	35	6	0	22,72°
		%	0,0%	0,0%	0,0%	3,9%	21,4%	38,4%	24,1%	10,4%	1,8%	0,0%	
	INV	frec.	3	18	123	144	48	0	0	0	0	0	20,11°
		%	0,9%	5,4%	36,6%	42,9%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) A1						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
A1	VER	frec.	0	79	194	60	3	0	54,23%
		%	0,0%	23,5%	57,7%	17,9%	0,9%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	18	197	120	1	67,96%
		%	0,0%	0,0%	5,4%	58,6%	35,7%	0,3%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) A1						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
A1	VER	frec.	0	157	70	53	56	0	710,83 ppm
		%	0,0%	46,7%	20,8%	15,8%	16,7%	0,0%	
	INV	frec.	4	6	22	38	247	19	1325,6 ppm
		%	1,2%	1,8%	6,5%	11,3%	73,5%	5,7%	

Tablas Nº 16 a 18: Frecuencias de indicadores de temperatura, humedad relativa del aire y niveles de CO² interiores en mediciones estacionales verano e invierno. Recinto A1 - Centro de Lactantes Arrullo – Concepción. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto A1.

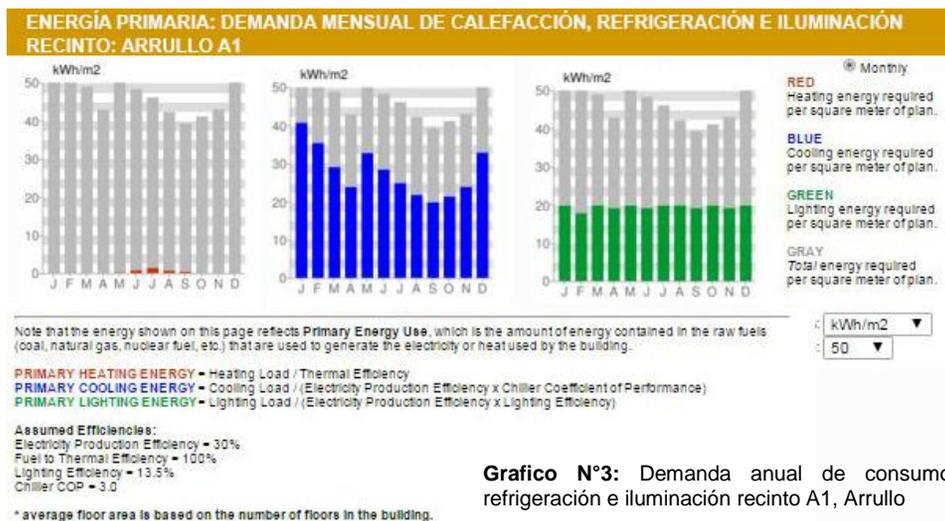


Gráfico N°3: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto A1, Arrullo

RECINTO: Arrullo A1					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,0	40,7	19,8	60,5	12,1
febrero	0,0	35,4	17,8	53,2	10,6
marzo	0,0	29,1	19,8	48,9	9,8
abril	0,1	23,8	19,1	43,0	8,6
mayo	0,2	32,7	19,8	52,7	10,5
junio	0,8	28,4	19,1	48,3	9,7
julio	1,4	24,9	19,8	46,1	9,2
agosto	0,6	21,8	19,8	42,2	8,4
septiembre	0,4	19,8	19,1	39,3	7,9
octubre	0,0	21,3	19,8	41,1	8,2
noviembre	0,0	23,9	19,1	43,0	8,6
diciembre	0,0	32,9	19,8	52,7	10,5
TOTAL	3,5	334,7	232,8	571,0	114,1

Tablas N° 19: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto A1 - Centro de Lactantes Arrullo – Concepción. Fuente: Elaboración propia.

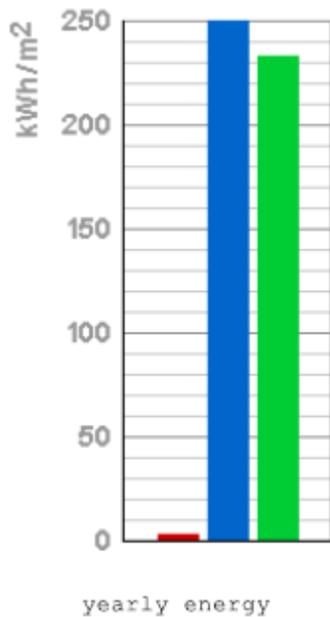


Gráfico N°4: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto A1, Arrullo

1.1.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto A2 - Arrullo.

a) Condición de verano recinto A2.

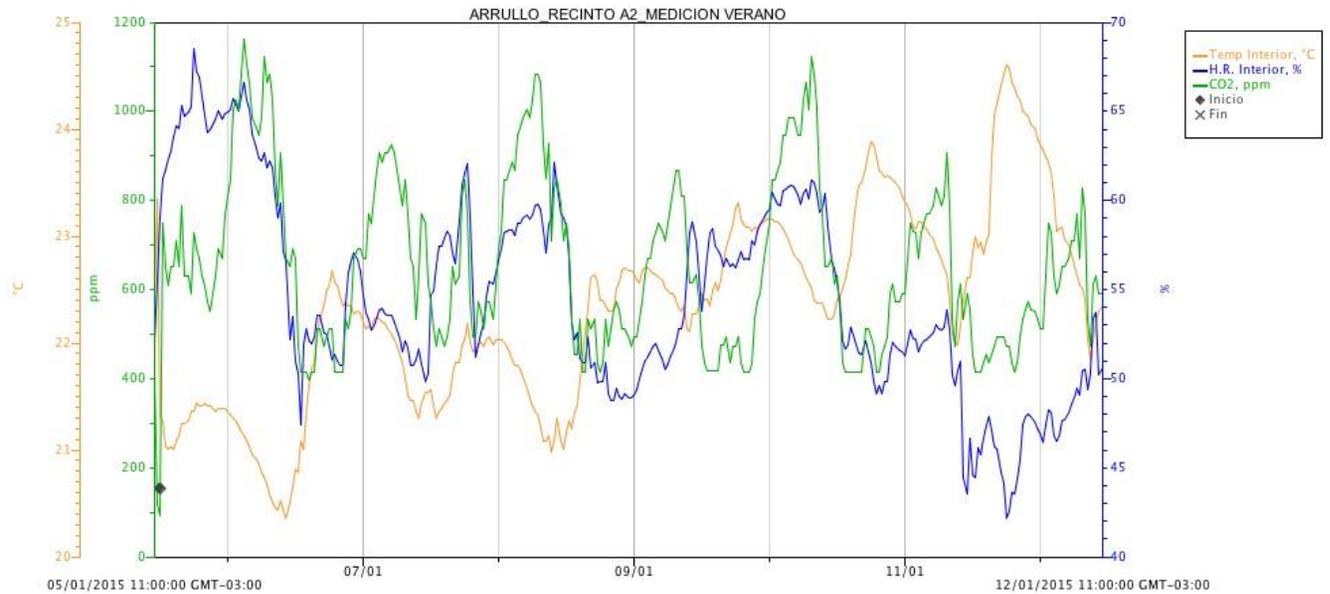


Gráfico N°5: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto A2, Arrullo en condición de verano, periodo comprendido entre el 05/01/2015 y el 12/01/2015.

b) Condición de invierno recinto A2.

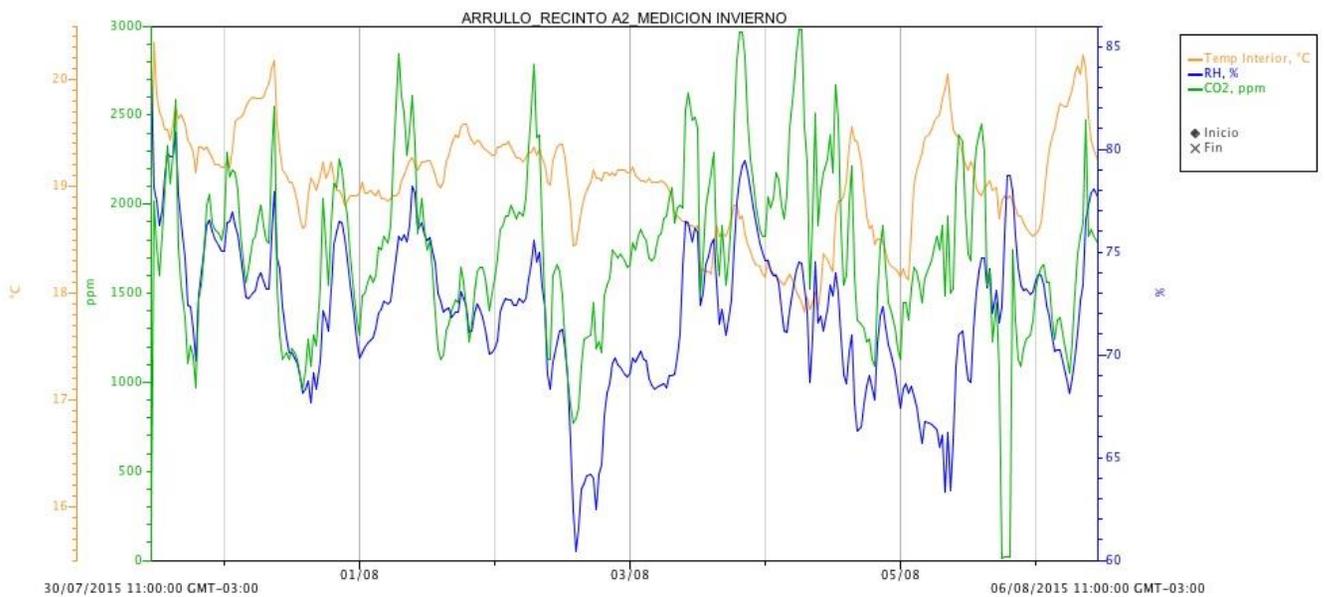


Gráfico N°6: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto A2, Arrullo en condición de invierno, periodo comprendido entre el 30/07/2015 y el 06/08/2015.

código sala	estac	Tº interior (°C) Arrullo A2										prom semanal (°C)	
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°		
A2	VER	frec.	0	0	0	18	97	143	63	15	0	0	22,31°
		%	0,0%	0,0%	0,0%	5,4%	28,9%	42,6%	18,8%	4,5%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	7	134	186	9	0	0	0	0	0	0	19,04
		%	2,1%	39,9%	55,4%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) A2						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
A2	VER	frec.	0	66	209	61	0	0	54,63%
		%	0,0%	19,6%	62,2%	18,2%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	0	95	239	2	72,05%
		%	0,0%	0,0%	0,0%	28,3%	71,1%	0,6%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) A2						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
A2	VER	frec.	3	150	104	57	22	0	655,52 ppm
		%	0,9%	45,1%	31,0%	17,0%	6,6%	0,0%	
	INV	frec.	1	0	2	4	245	84	1750,58 ppm
		%	0,3%	0,0%	0,6%	1,2%	72,9%	25,0%	

Tablas N° 20 a 22: Frecuencias de indicadores de temperatura, humedad relativa del aire y niveles de CO₂ interiores en mediciones estacionales verano e invierno. Recinto A2 - Centro de Lactantes Arrullo - Concepción. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto A2.

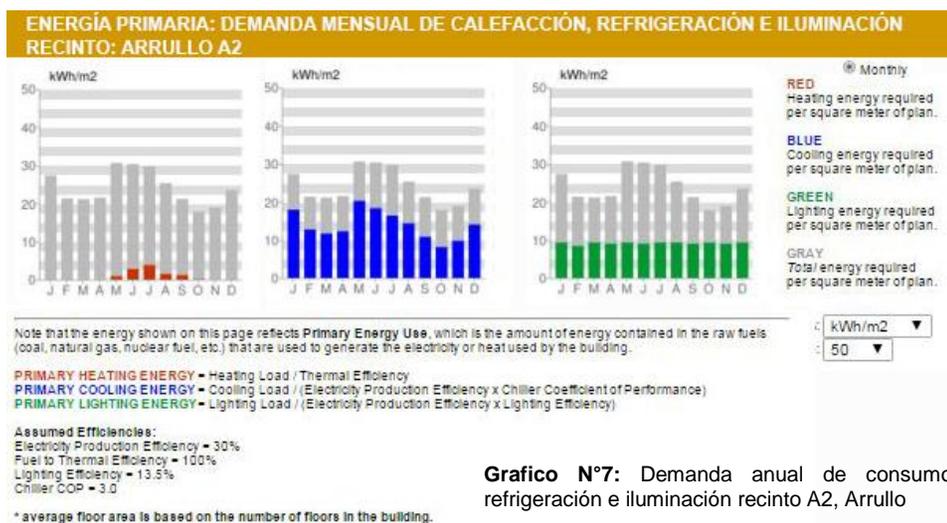


Gráfico N°7: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto A2, Arrullo

RECINTO: Arrullo A2					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,0	17,9	9,4	27,3	5,5
febrero	0,0	12,8	8,5	21,3	4,3
marzo	0,0	11,7	9,4	21,1	4,2
abril	0,1	12,3	9,1	21,5	4,3
mayo	0,9	20,3	9,4	30,6	6,1
junio	2,8	18,4	9,1	30,3	6,1
julio	3,9	16,4	9,4	29,7	5,9
agosto	1,5	14,4	9,4	25,3	5,1
septiembre	1,2	10,9	9,1	21,2	4,2
octubre	0,2	8,2	9,4	17,8	3,6
noviembre	0,0	9,8	9,1	18,9	3,8
diciembre	0,0	14,1	9,4	23,5	4,7
TOTAL	10,6	167,2	110,7	288,5	57,8

Tabla N° 23: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto A2 - Centro de Lactantes Arrullo – Concepción. Fuente: Elaboración propia.

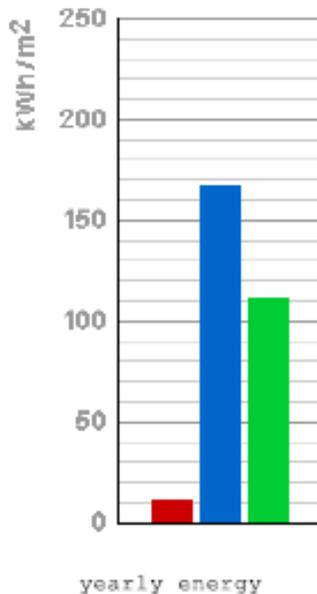


Grafico N°8: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto A2, Arrullo

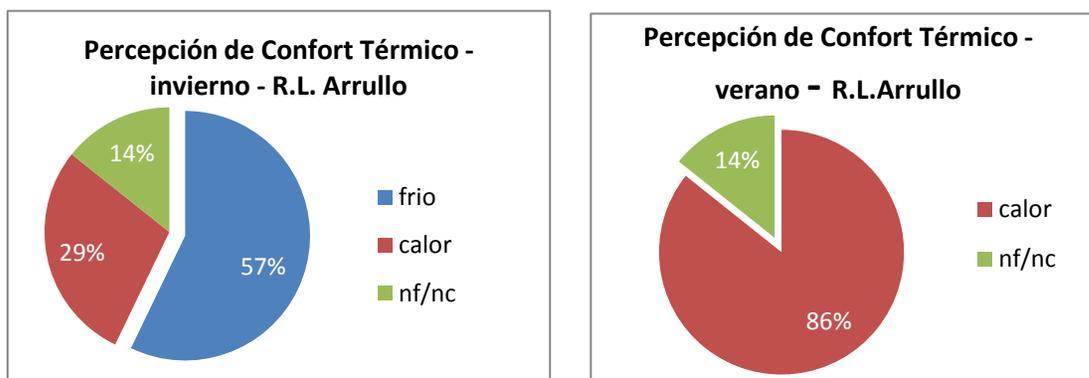
1.1.3 Resultados Encuesta de Satisfacción Usuarios Centro Lactantes Arrullo.

Se aplicó una encuesta de satisfacción a un total de 7 funcionarios del centro (1 hombre y 6 mujeres entre 20 y 55 años), que trabajan en diversos recintos, con alguna relación con el atendimento de los Lactantes, el formato de la encuesta fue basado en un protocolo de recopilación de datos formulado por la Universidad de Berkeley, California y del cual se extrae información complementaria para conseguir medir la percepción de los usuarios, en este caso adultos; así también considerar la extracción de información que permita aplicar metodologías de acuerdo a normativas de protocolo de mediciones de calidad ambiental interior vigentes. De este modo se presentan los resultados que dan cuenta del grado de Confort Térmico y Calidad del Aire, en recintos interiores de los casos de estudio.

a) Percepción de confort térmico interior R.L. Arrullo.

Los resultados a ser presentados reflejan el grado de confort térmico percibido por los usuarios del Centro de Lactantes Arrullo, respecto a la sensación de frío/calor que experimentan y de acuerdo al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral.

En relación a la sensación de frío/calor experimentada, los resultados son los siguientes:

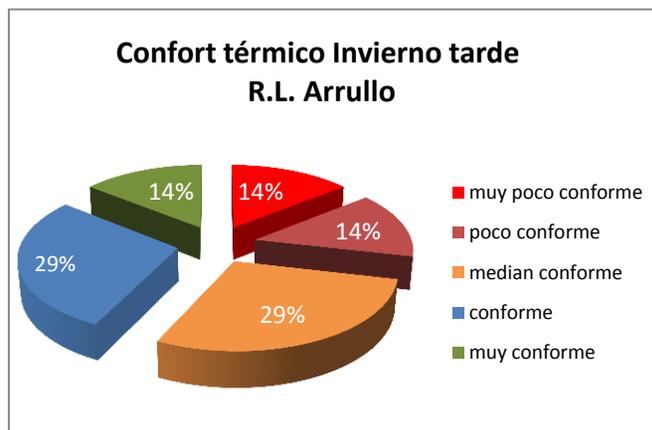
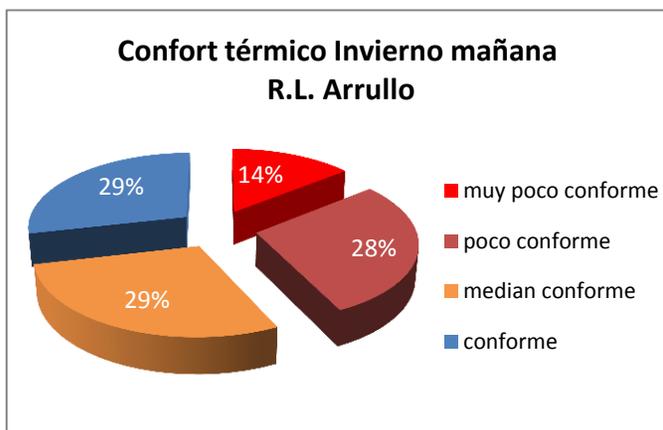


Gráficos N°9 y 10: Porcentaje de percepción de confort térmico invierno y verano de acuerdo a encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Arrullo

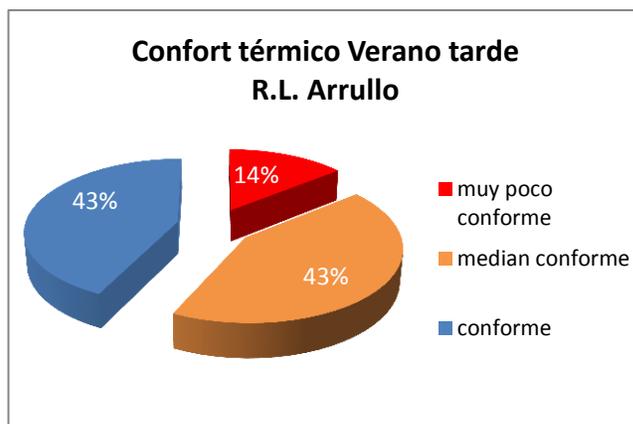
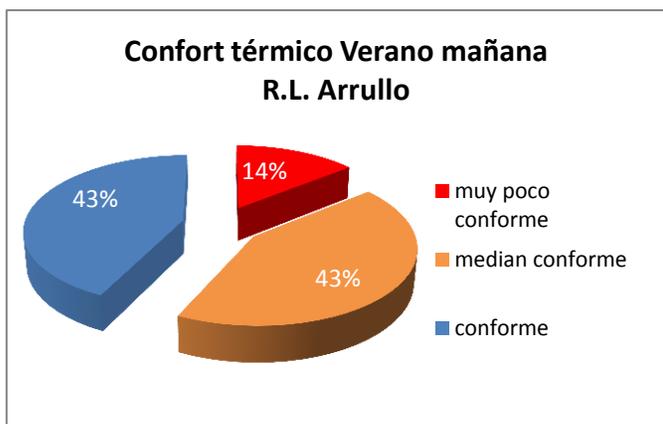
- En invierno, el 57% de los usuarios percibe frio la mayor parte del tiempo, el 29% percibe calor y el 14% percibe ni frio ni calor. En verano, el 86% de los usuarios percibe calor la mayor parte del tiempo y el 14% percibe ni frio ni calor.

Ahora bien, en relación al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral, los resultados son los siguientes:

- En periodo de invierno de mañana, el 29% se encuentra conforme al igual que otro 29% medianamente conforme. Para el invierno de tarde, la mayoría (58%) se manifiesta conforme y medianamente conforme.



- En periodo de verano de mañana, la mayoría (86%) se encuentra conforme y medianamente conforme, al igual que en el período de tarde.



Gráficos N°11 al 14: Porcentaje de percepción de confort térmico mañana y tarde estacional, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Arrullo

Para aplicar la norma UNE-EN ISO 7730:1996 – Ambientes Térmicos Moderados. Determinación de los índices PMV y PPD, se enuncian las siguientes variables correspondientes al caso en estudio (Centro de Lactantes Arrullo – Concepción)

Variable		Invierno (R.L. Arrullo)			Verano (R.L. Arrullo)		
		Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
Ropa	Clo	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
Producción de energía metabólica	Met	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Trabajo externo	Met	0	0	0	0	0	0
Temperatura del aire	°C	17,9°C	21,6°C	20,1°C	20,2°C	25,1°C	22,8°C
Temperatura media de radiación	°C	14,0°C	17,7°C	16,2°C	18,2°C	23,0°C	20,5°C
Velocidad relativa del aire	m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
Humedad Relativa interior	%	51,9%	76,7%	68,0%	41,7%	71,0%	54,2%

Tabla Nº 24: Variables para determinación de índices de PMV - PPD jornada mañana, tarde y promedio diario, Invierno y verano - Centro de Lactantes Arrullo – Concepción. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estas variables, los resultados son los siguientes:

Variable	Invierno (Arrullo)			Verano (Arrullo)		
	Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
PMV	-1,43	-0,3	-0,86	-1,17	0,39	-0,3
SITUACIÓN	INADEC	SATISF	INADEC	INADEC	SATISF	SATISF
PPD	47,12%	6,87%	20,61%	33,79%	8,17%	6,87%

Tabla Nº 25: índices PMV - PPD jornada mañana, tarde y promedio diario, Invierno y verano - Centro de Lactantes Arrullo – Concepción. Fuente: Elaboración propia.

b) Percepción de calidad del aire interior R.L. Arrullo.

Los resultados a ser presentados describen el grado de satisfacción de los usuarios entrevistados en relación con la calidad del aire interior de los recintos habitables en el Centro de Lactantes Arrullo.

En relación a la capacidad de poder controlar la ventilación natural y el grado de conformidad con la calidad del aire los resultados son los siguientes:

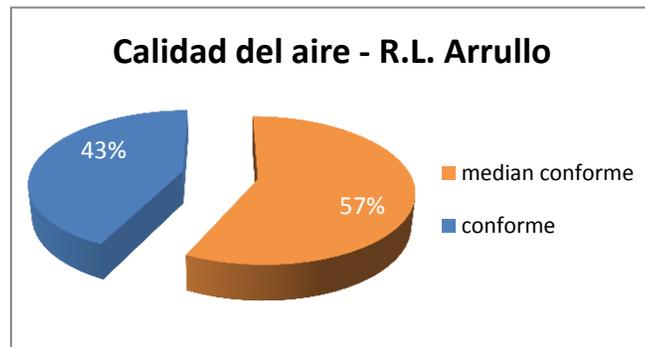
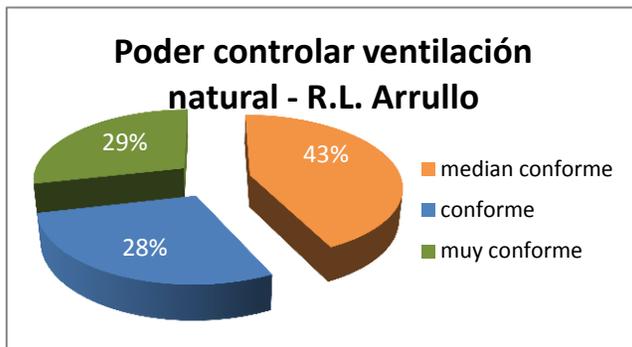
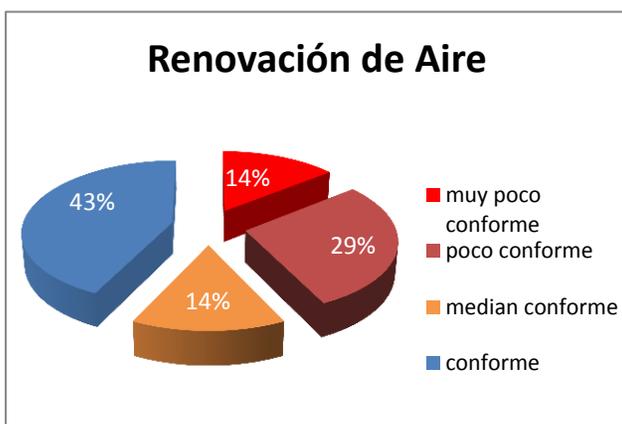


Gráfico N°15 al 16: Porcentaje de percepción capacidad de control sobre ventilación natural y conformidad con calidad del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Arrullo

- Poder controlar la ventilación natural, la mayoría (43%) se encuentra medianamente conforme.
- En cuanto a la calidad del aire, un 57% se manifiesta medianamente conforme y el 43% restante se manifiesta conforme.

En relación con la suficiencia en la renovación de aire, se describe lo siguiente:



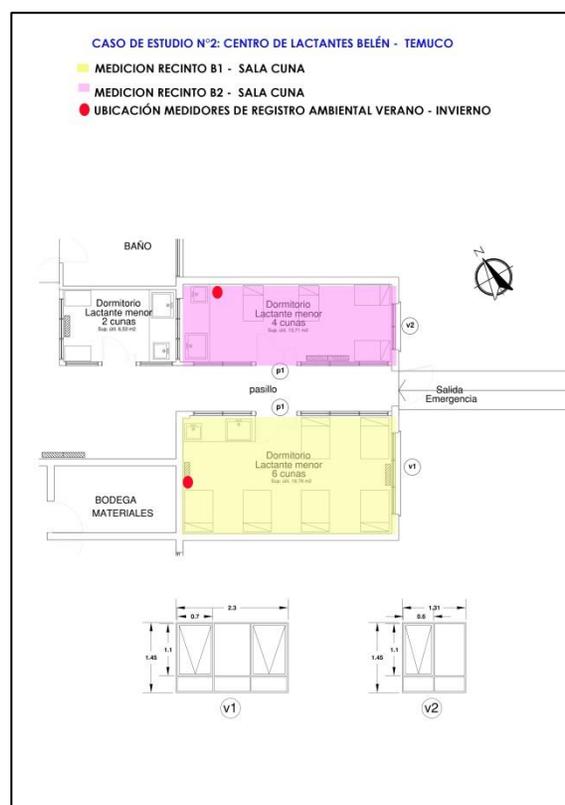
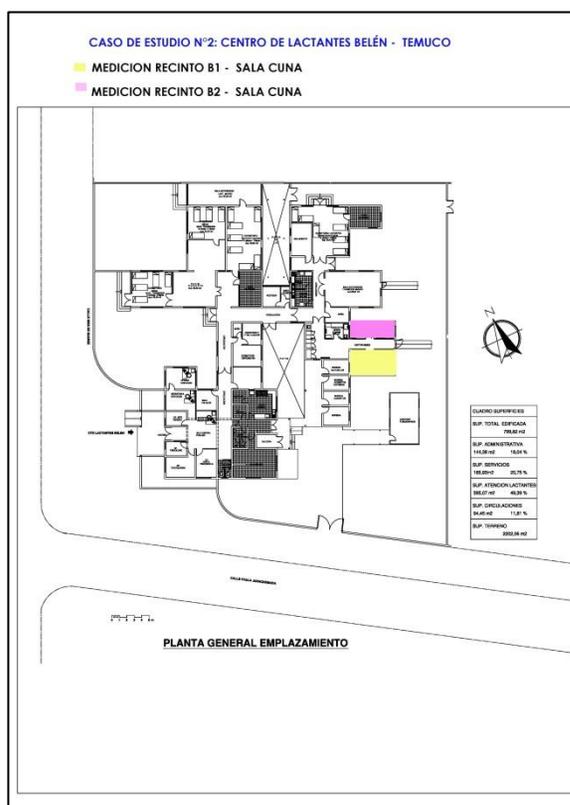
- Un 43% se manifiesta conforme, en cuanto un 29% se manifiesta poco conforme.

Gráfico N°17: Porcentaje de percepción de conformidad con renovación del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Arrullo

1.2 DESCRIPCIÓN RECINTOS EVALUADOS CENTRO DE LACTANTES BELÉN.

Recinto	B1 (Sala Cuna)	B2 (Sala Cuna)
Superficie recinto (m ²)	19,76 m ²	13,71m ²
Volumen (m ³)	49,4 m ³	34,27 m ³
Tipo de ventana	Carpintería PVC vidrio termo panel	
Área total de ventana (m ²)	3,33 m ²	1,88 m ²
Área de ventana fija (m ²)	1,79 m ²	1,22 m ²
Área de ventana abatible(m ²)	1,54 m ²	0,66 m ²
Área total de puertas (m ²)	2,8 m ²	2,8 m ²
Área envolvente interior (m ²)	85,77 m ²	67,92 m ²
Alimentación eléctrica	Monofásica	Monofásica
Tensión (Voltaje)	220 V	220 V

Tabla Nº 26: Descripción de las características físicas de los recintos habitables analizados en el Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.



Figuras Nº 23 y 24: Planta General de Centro de Lactantes Belén y la ubicación de los recintos habitables analizados, indicando la ubicación de los medidores de registro ambiental verano – invierno. Fuente: Elaboración propia

1.2.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto B1- Belén.

a) Condición de verano recinto B1.

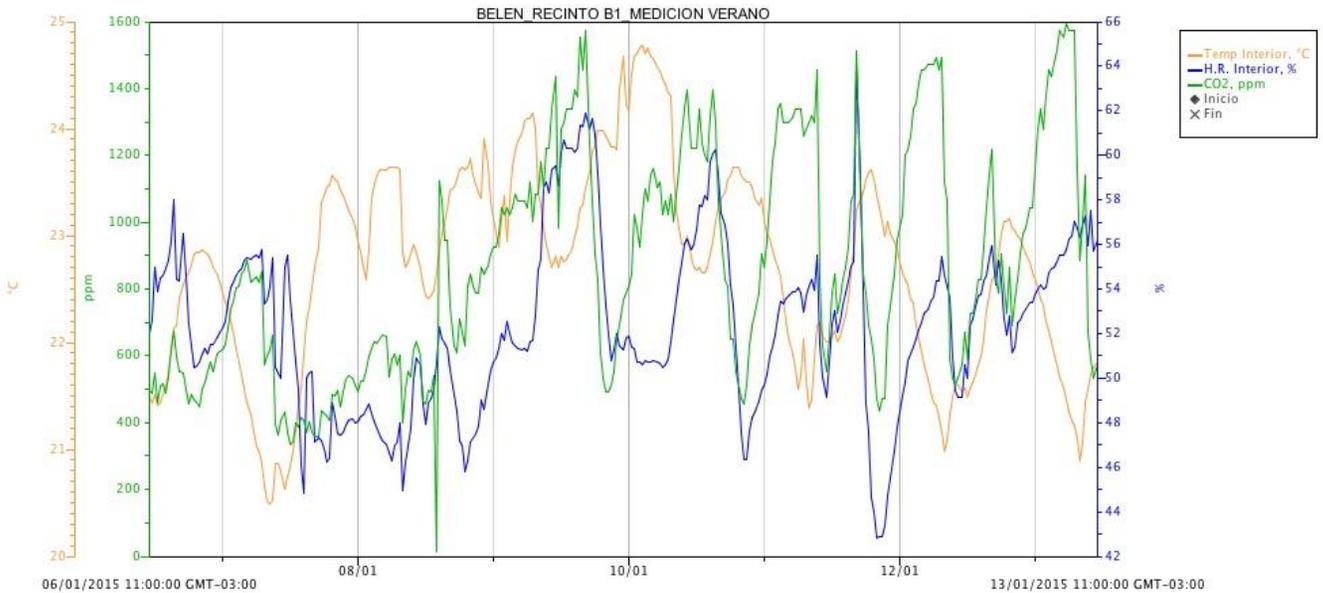


Grafico N°18: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto B1, Belén en condición de verano, periodo comprendido entre el 06/01/2015 y el 13/01/2015.

b) Condición de invierno recinto B1.

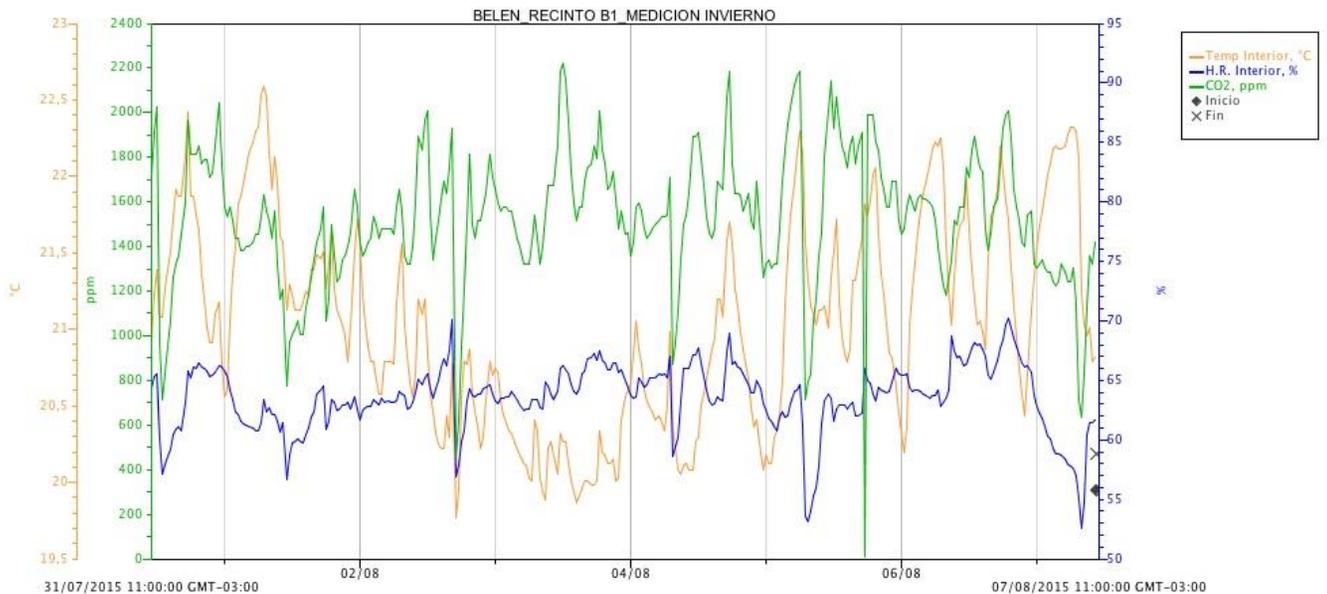


Grafico N°19: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto B1, Belén en condición de invierno, periodo comprendido entre el 31/07/2015 y el 07/08/2015.

código sala	estac	T° interior (°C) Belén B1										prom semanal (°C)		
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°			
B1	VER	frec.	0	0	0	15	64	120	113	24	0	0	22,71°	
		%	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%	19,0%	35,7%	33,6%	7,1%	0,0%	0,0%		
	INV	frec.	0	0	10	151	138	37	0	0	0	0		21,04°
		%	0,0%	0,0%	3,0%	44,9%	41,1%	11,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) B1						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
B1	VER	frec.	0	85	235	16	0	0	52,32%
		%	0,0%	25,3%	69,9%	4,8%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	33	301	2	0	63,52%
		%	0,0%	0,0%	9,8%	89,6%	0,6%	0,0%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) B1						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
B1	VER	frec.	11	83	61	56	125	0	869,61 ppm
		%	3,4%	25,5%	18,2%	16,7%	37,2%	0,0%	
	INV	frec.	1	1	7	9	301	17	1523,2 ppm
		%	0,3%	0,3%	2,1%	2,7%	89,6%	5,1%	

Tablas Nº 27 a 29: Frecuencias de indicadores de temperatura, humedad relativa del aire y niveles de CO² interiores en mediciones estacionales verano e invierno. Recinto B1 - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto B1.

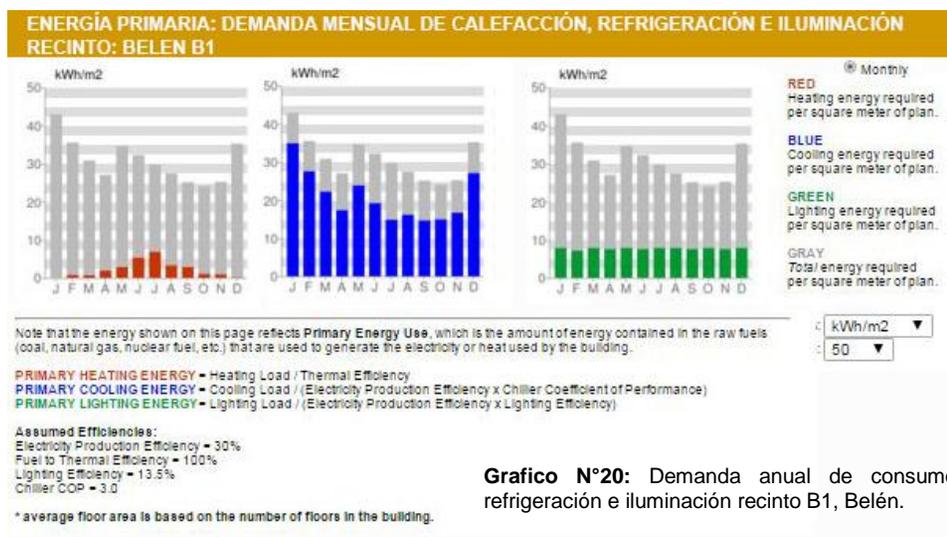


Gráfico N°20: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto B1, Belén.

RECINTO: Belén B1					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,1	34,9	7,9	42,9	8,6
febrero	0,8	27,6	7,1	35,5	7,1
marzo	0,7	22,2	7,9	30,8	6,2
abril	2,0	17,4	7,6	27,0	5,4
mayo	2,8	23,9	7,9	34,6	6,9
junio	5,4	19,2	7,6	32,2	6,4
julio	6,9	14,9	7,9	29,7	5,9
agosto	3,3	16,2	7,9	27,4	5,5
septiembre	2,8	14,7	7,6	25,1	5,0
octubre	1,1	15,0	7,9	24,0	4,8
noviembre	0,9	16,7	7,6	25,2	5,0
diciembre	0,2	27,1	7,9	35,2	7,0
TOTAL	27,0	249,8	92,8	369,6	73,8

Tabla N° 30: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto B1, Belén - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

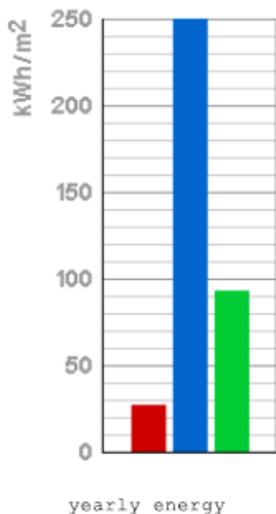


Grafico N°21: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto B1, Belén.

1.2.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto B2- Belén.

a) Condición de verano recinto B2.

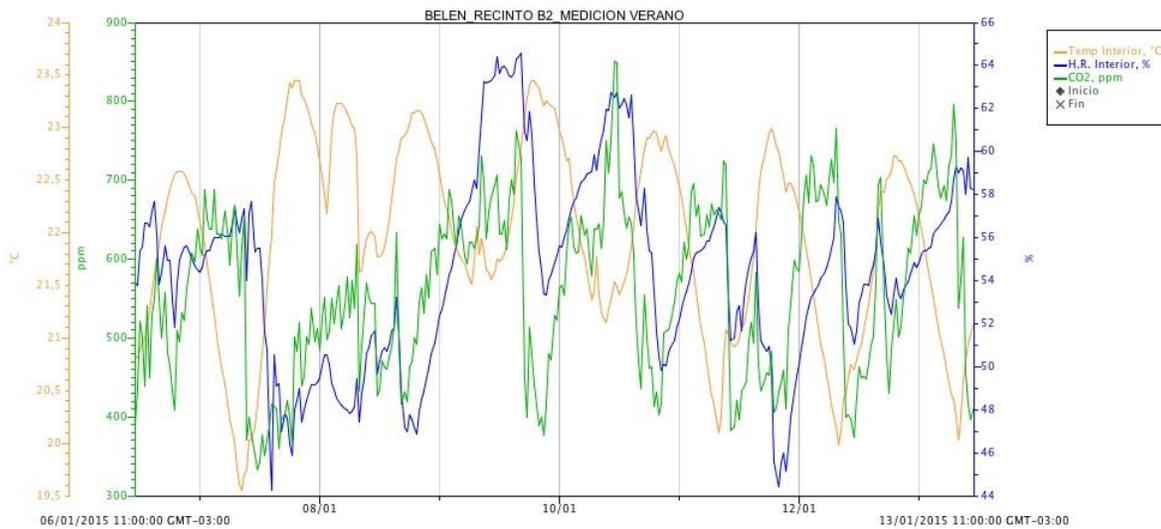


Grafico N°22: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto B2, Belén en condición de verano, periodo comprendido entre el 06/01/2015 y el 13/01/2015.

b) Condición de invierno recinto B2.

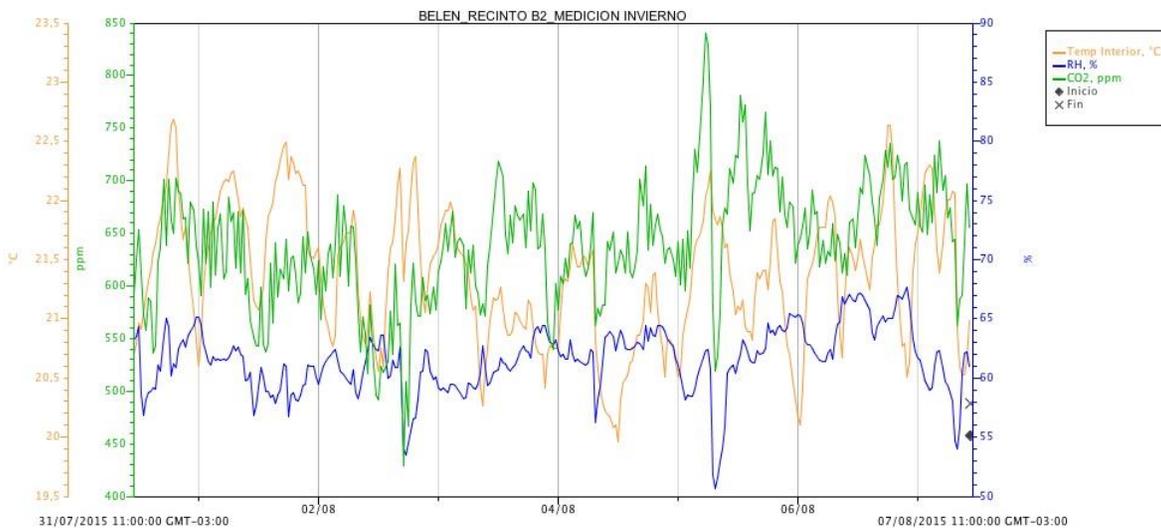


Grafico N°23: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto B2, Belén en condición de invierno, periodo comprendido entre el 31/07/2015 y el 07/08/2015.

código sala	estac	T° interior (°C) Belén B2										prom semanal (°C)		
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°			
B2	VER	frec.	0	0	6	59	105	122	44	0	0	0	21,93°	
		%	0,0%	0,0%	1,8%	17,6%	31,3%	36,3%	13,1%	0,0%	0,0%	0,0%		
	INV	frec.	0	0	1	99	186	50	0	0	0	0		21,37°
		%	0,0%	0,0%	0,3%	29,5%	55,4%	14,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) B2						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
B2	VER	frec.	0	58	241	37	0	0	54,38%
		%	0,0%	17,3%	71,7%	11,0%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	85	251	0,00%	0	61,49%
		%	0,0%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	0,0%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) B2						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
B2	VER	frec.	21	173	140	2	0	0	559,83 ppm
		%	6,3%	51,5%	41,7%	0,6%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	85	251	0	0	638,39 ppm
		%	0,0%	0,0%	25,3%	74,7%	0,0%	0,0%	

Tabla N° 31: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto B2 - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto B2.

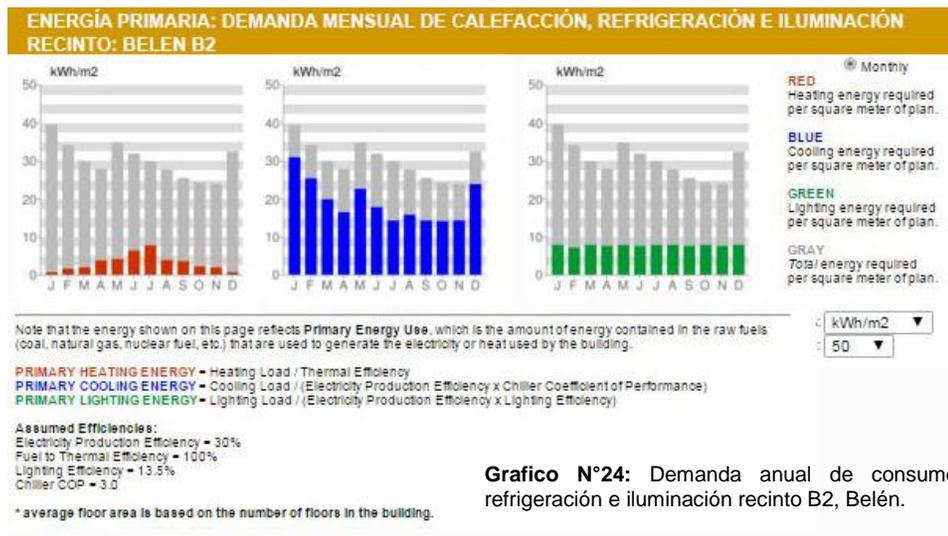


Gráfico N°24: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto B2, Belén.

RECINTO: Belén B2					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,7	30,9	7,9	39,5	7,9
febrero	1,6	25,3	7,1	34,0	6,8
marzo	2,0	19,9	7,9	29,8	6,0
abril	3,7	16,5	7,6	27,8	5,6
mayo	4,2	22,6	7,9	34,7	6,9
junio	6,4	17,8	7,6	31,8	6,4
julio	7,7	14,2	7,9	29,8	6,0
agosto	3,9	15,8	7,9	27,6	5,5
septiembre	3,6	14,2	7,6	25,4	5,1
octubre	2,2	14,1	7,9	24,2	4,8
noviembre	2,0	14,3	7,6	23,9	4,8
diciembre	0,6	23,8	7,9	32,3	6,5
TOTAL	38,6	229,4	92,8	360,8	72,3

Tabla N° 32: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto B2, Belén - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

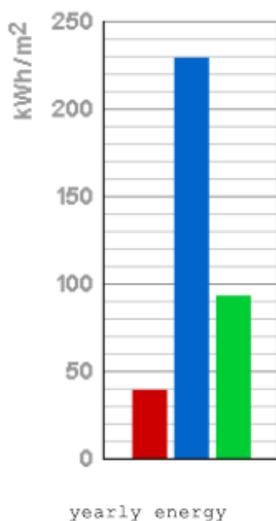


Grafico N°25: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto B2, Belén.

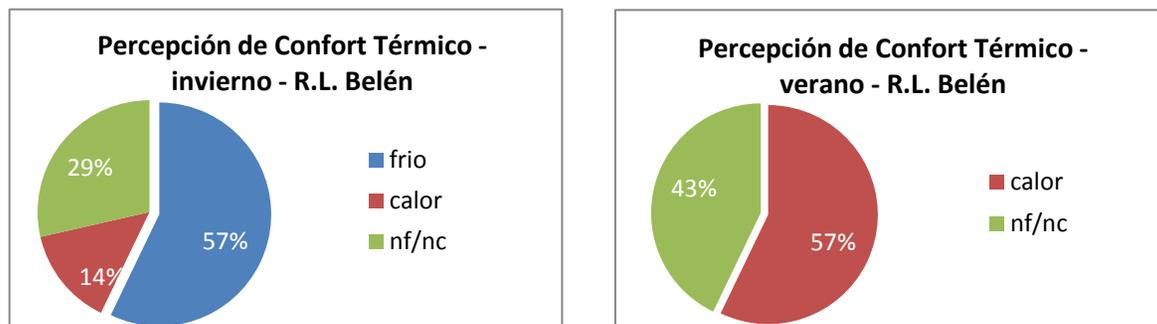
1.2.3 Resultados Encuesta de Satisfacción de usuarios Centro Lactantes Belén.

Se aplicó una encuesta de satisfacción a un total de 7 funcionarios del centro (3 hombres y 4 mujeres entre 18 y 55 años), que trabajan en diversos recintos, con alguna relación con el atendimento de los Lactantes. El formato de la encuesta fue basado en un protocolo de recopilación de datos formulado por la Universidad de Berkeley, California y del cual se extrae información complementaria para conseguir medir la percepción de los usuarios, en este caso adultos; así como extraer información que permita aplicar metodologías de protocolo para medición de la calidad ambiental interior de acuerdo a normativas vigentes. De este modo se presentan los resultados que dan cuenta del grado de Confort Térmico y Calidad del Aire, en recintos interiores de los casos de estudio.

a) Percepción de confort térmico interior R.L. Belén.

Los resultados a ser presentados reflejan el grado de confort térmico percibido por los usuarios del Centro de Lactantes Belén, respecto a la sensación de frío/calor que experimentan y de acuerdo al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral.

En relación a la sensación de frío/calor experimentada, los resultados son los siguientes:

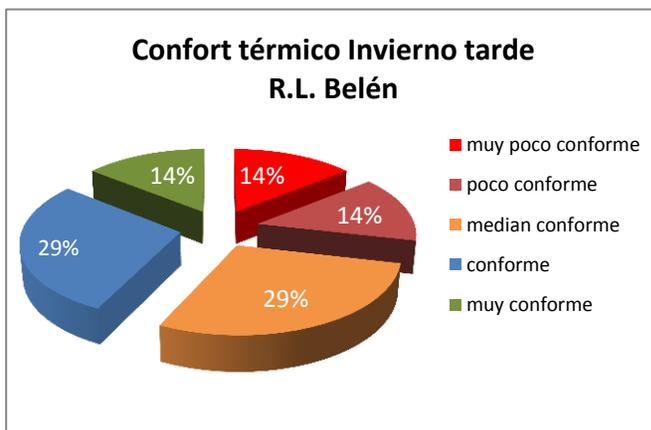
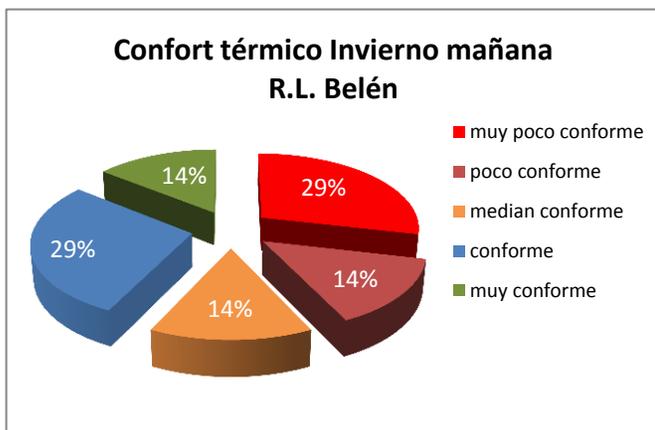


Gráficos N°26 y 27: Porcentaje de percepción de confort térmico invierno y verano de acuerdo a encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Belén.

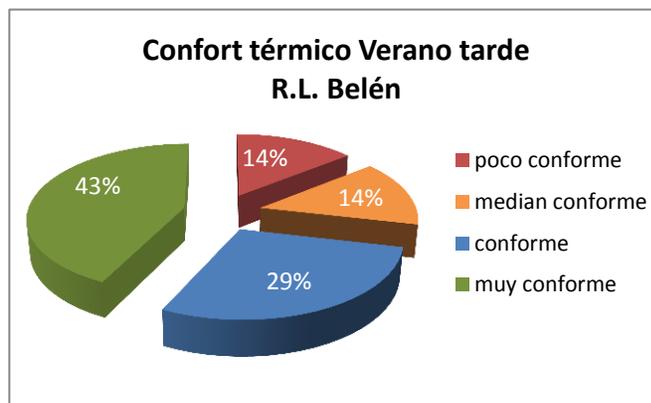
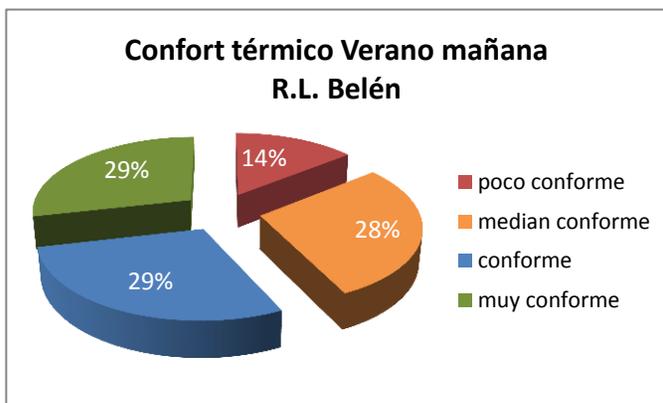
- En invierno, el 57% de los usuarios percibe frío la mayor parte del tiempo, el 29% no percibe ni frío ni calor y el 14% percibe calor. En verano, el 57% de los usuarios percibe calor la mayor parte del tiempo y el 43% no percibe ni frío ni calor.

Ahora bien, en relación al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral, los resultados son los siguientes:

- En periodo de invierno de mañana, el 29% se encuentra conforme al igual que otro 29% muy poco conforme. Para el invierno de tarde, la mayoría (54%) se manifiesta conforme y medianamente conforme.



- En periodo de verano de mañana, la mayoría (58%) se encuentra muy conforme y conforme al igual que en el período de la tarde (72%).



Gráficos N°28 al 31: Porcentaje de percepción de confort térmico mañana y tarde estacional, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Belén.

Para aplicar la norma UNE-EN ISO 7730:1996 – Ambientes Térmicos Moderados. Determinación de los índices PMV y PPD, se enuncian las siguientes variables correspondientes al caso en estudio (Centro de Lactantes Belén – Temuco).

Variable		Invierno (R.L. Belén)			Verano (R.L. Belén)		
		Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
Ropa	Clo	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
Producción de energía metabólica	Met	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Trabajo externo	Met	0	0	0	0	0	0
Temperatura del aire	°C	20,0°C	22,7°C	21,4°C	19,6°C	23,4°C	22,0°C
Temperatura media de radiación	°C	16,1°C	18,8°C	17,5°C	17,7°C	20,9°C	19,8°C
Velocidad relativa del aire	m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
Humedad Relativa interior	%	50,6%	67,7%	61,5%	44,2%	64,6%	54,4%

Tabla Nº 33: Variables para determinación de índices de PMV - PPD jornada mañana, tarde y promedio diario, Invierno y verano - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estas variables, los resultados son los siguientes:

Variable	Invierno			Verano		
	Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
PMV	-0,96	-0,11	-0,55	-1,16	-0,22	-0,57
SITUACIÓN	INADEC	SATISF	INADEC	INADEC	SATISF	INADEC
PPD	24,47%	5,25%	11,33%	33,32%	6%	11,81%

Tabla Nº 34: índices PMV - PPD jornada mañana, tarde y promedio diario, Invierno y verano - Centro de Lactantes Belén – Temuco. Fuente: Elaboración propia.

b) Percepción de calidad del aire interior R.L. Belén.

Los resultados a ser presentados describen el grado de satisfacción de los usuarios entrevistados en relación con la calidad del aire interior de los recintos habitables en el Centro de Lactantes Belén.

En relación a la capacidad de poder controlar la ventilación natural y el grado de conformidad con la calidad del aire los resultados son los siguientes:

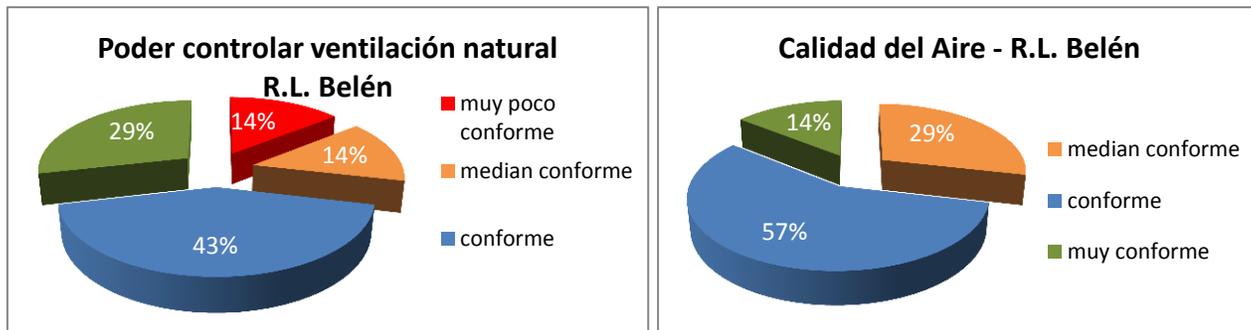


Gráfico N°32 al 33: Porcentaje de percepción capacidad de control sobre ventilación natural y conformidad con calidad del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Belén.

- Poder controlar la ventilación natural, la mayoría (72%) se encuentra conforme y muy conforme.
- En cuanto a la calidad del aire, un 57% se manifiesta conforme y 29% se manifiesta medianamente conforme.

En relación con la suficiencia en la renovación de aire, se describe lo siguiente:

- Un 57% se manifiesta medianamente conforme, en cuanto un 29% se manifiesta muy poco conforme.

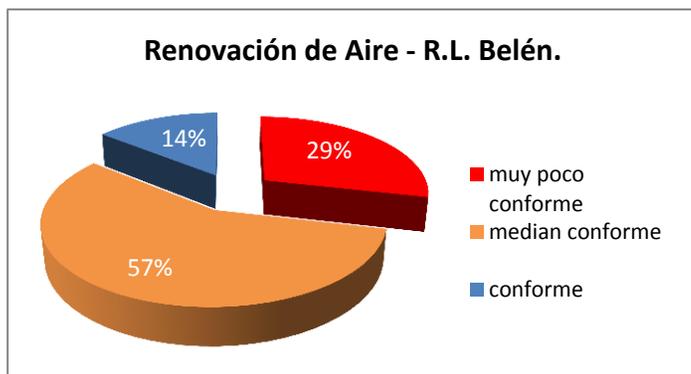


Gráfico N°34: Porcentaje de percepción de conformidad con renovación del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Centro de Lactantes Belén.

1.3 DESCRIPCIÓN RECINTOS EVALUADOS SALA CUNA RUCALAF.

Recinto	R1 (Sala Actividades)	R2 (Sala Actividades/Cuna)
Superficie recinto (m ²)	28 m ²	45 m ²
Volumen (m ³)	84,62 m ³	144,68 m ³
Tipo de ventana	Carpintería Aluminio ALI-42 vidrio Termopanel	
Área total de ventana (m ²)	7,0 m ²	14 m ²
Área de ventana fija (m ²)	1,4 m ²	11 m ²
Área de ventana abatible (m ²)	4,2 m ²	3 m ²
Área total de puertas (m ²)	15,6 m ²	6,8 m ²
Área envolvente interior (m ²)	134,65	186,45 m ²
Alimentación eléctrica	monofásica	monofásica
Tensión (Voltaje)	220V	220V

Tabla Nº 35: Descripción de las características físicas de los recintos habitables analizados en Sala Cuna Rucalaf – Villarrica. Fuente: Elaboración propia.



Figuras Nº 25 y 26: Planta General de Sala Cuna Rucalaf y la ubicación de los recintos habitables analizados, indicando la ubicación de los medidores de registro ambiental verano – invierno. Fuente: Elaboración propia

1.3.1 Resultados Desempeño Ambiental Recinto R1 – Rucalaf.

a) Condición de verano recinto R1.

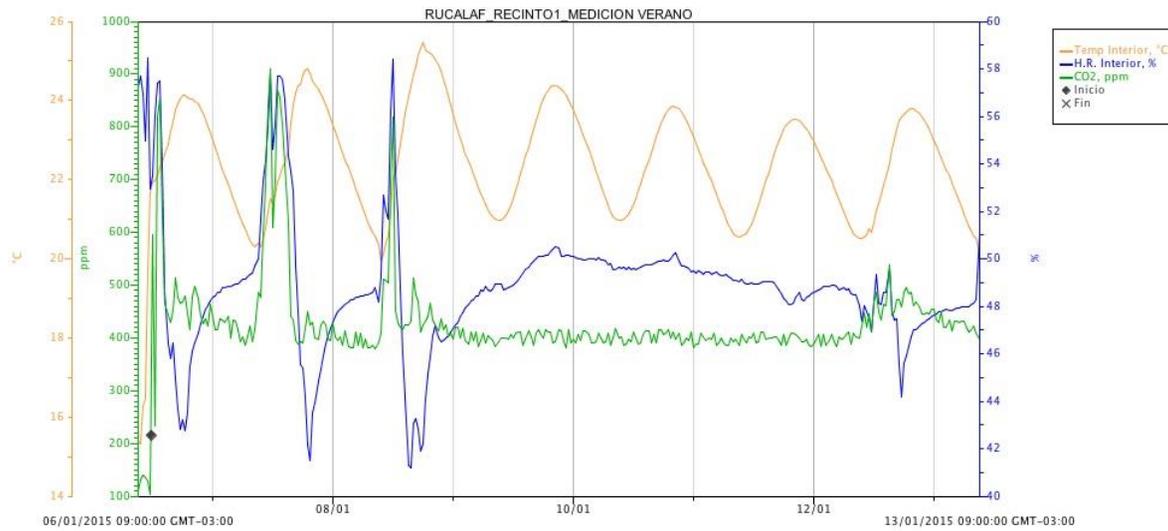


Grafico N°35: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto R1, Rucalaf en condición de verano, periodo comprendido entre el 06/01/2015 y el 13/01/2015.

b) Condición de invierno recinto R1.

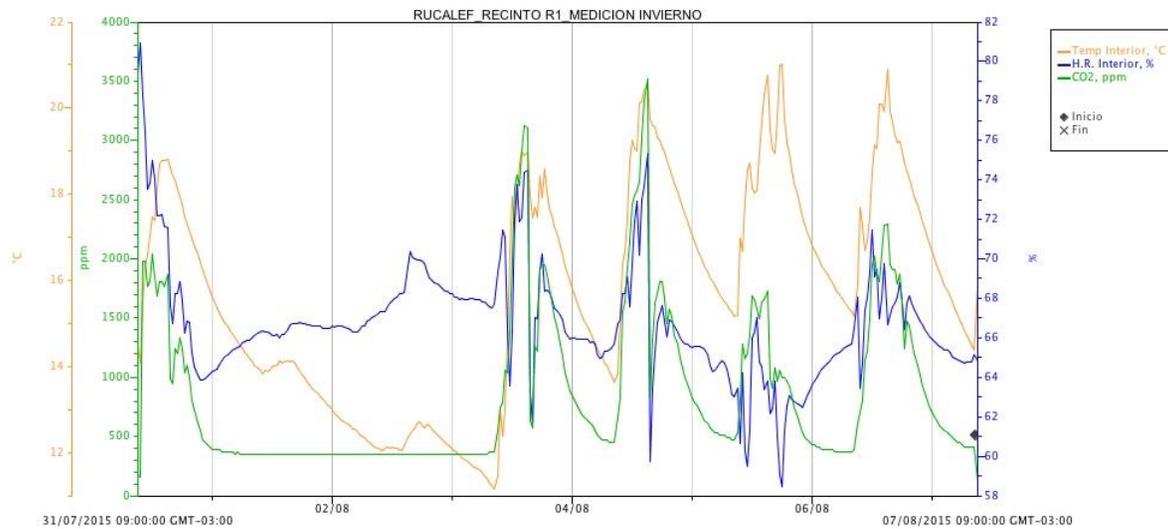


Grafico N°36: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto R1, Rucalaf en condición de invierno, periodo comprendido entre el 31/07/2015 y el 07/08/2015.

código sala	estac	T° interior (°C) Rucalaf R1										prom semanal (°C)	
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°		
R1	VER	frec.	0	0	2	52	82	69	85	38	8	0	22,45°
		%	0,0%	0,0%	0,6%	15,5%	24,4%	20,5%	25,3%	11,3%	2,4%	0,0%	
	INV	frec.	263	37	25	10	1	0	0	0	0	0	15,71°
		%	78,3%	11,0%	7,4%	3,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) R1						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
R1	VER	frec.	0	269	67	0	0	0	48,79%
		%	0,0%	80,1%	19,9%	0,0%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	4	300	32	0	66,57%
		%	0,0%	0,0%	1,2%	89,3%	9,5%	0,0%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) R1						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
R1	VER	frec.	103	218	7	8	0	0	430 ppm
		%	30,7%	64,9%	2,1%	2,4%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	128	54	28	24	82	20	850,41 ppm
		%	38,1%	16,1%	8,3%	7,1%	24,4%	6,0%	

Tabla Nº 36: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto R1 - Sala Cuna Rucalaf Villarrica. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto R1.

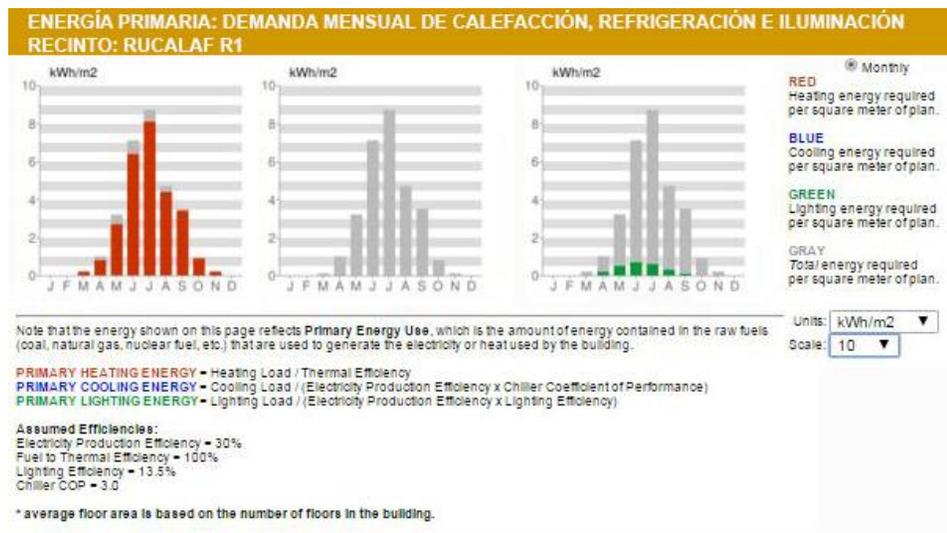


Gráfico N°37: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto R1, Rucalaf.

RECINTO: RUCALAF R1					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0
febrero	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0
marzo	0,2	0,0	-0,1	0,1	0,0
abril	0,8	0,0	0,2	1,0	0,2
mayo	2,7	0,0	0,5	3,2	0,6
junio	6,4	0,0	0,7	7,1	1,4
julio	8,1	0,0	0,6	8,7	1,7
agosto	4,4	0,0	0,3	4,7	0,9
septiembre	3,4	0,0	0,1	3,5	0,7
octubre	0,9	0,0	-0,1	0,8	0,2
noviembre	0,2	0,0	-0,1	0,1	0,0
diciembre	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0
TOTAL	27,1	0,0	1,6	28,7	5,7

Tabla N° 37: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto R1, Sala Cuna Rucalaf - Villarrica.
Fuente: Elaboración propia.

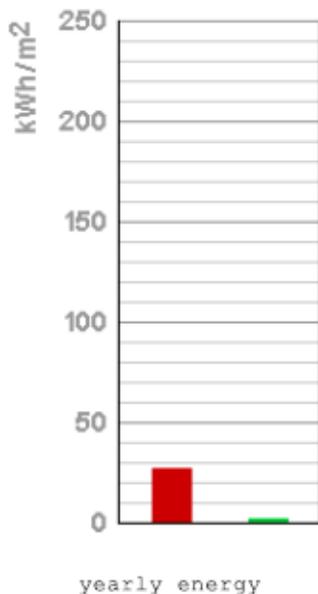


Grafico N°38: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto R1, Rucalaf.

1.3.2 Resultados Desempeño Ambiental Recinto R2 – Rucalaf.

a) Condición de verano recinto R2.

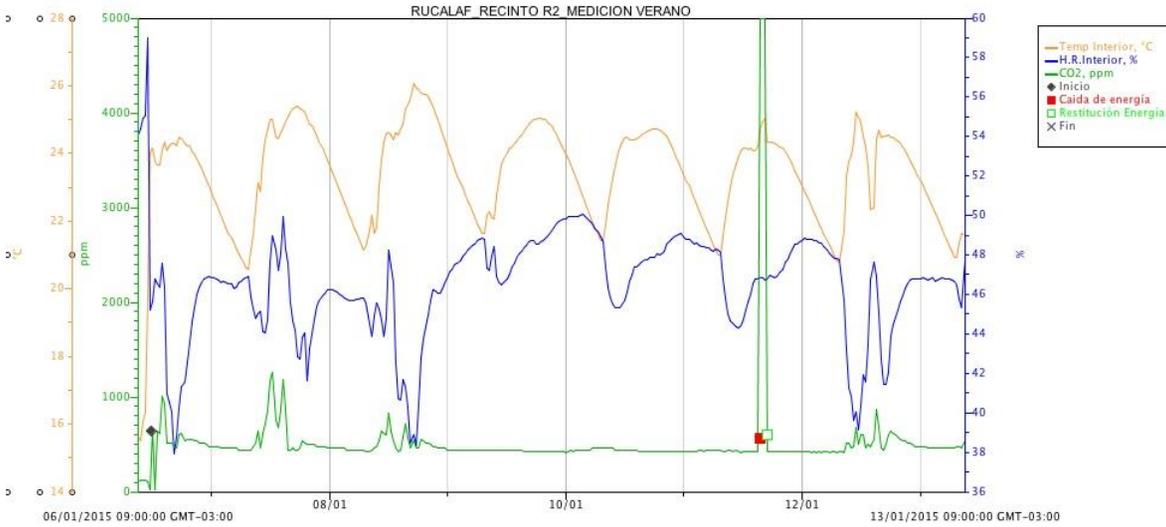


Grafico N°39: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto R2, Rucalaf en condición de verano, periodo comprendido entre el 06/01/2015 y el 13/01/2015.

b) Condición de invierno recinto R2.

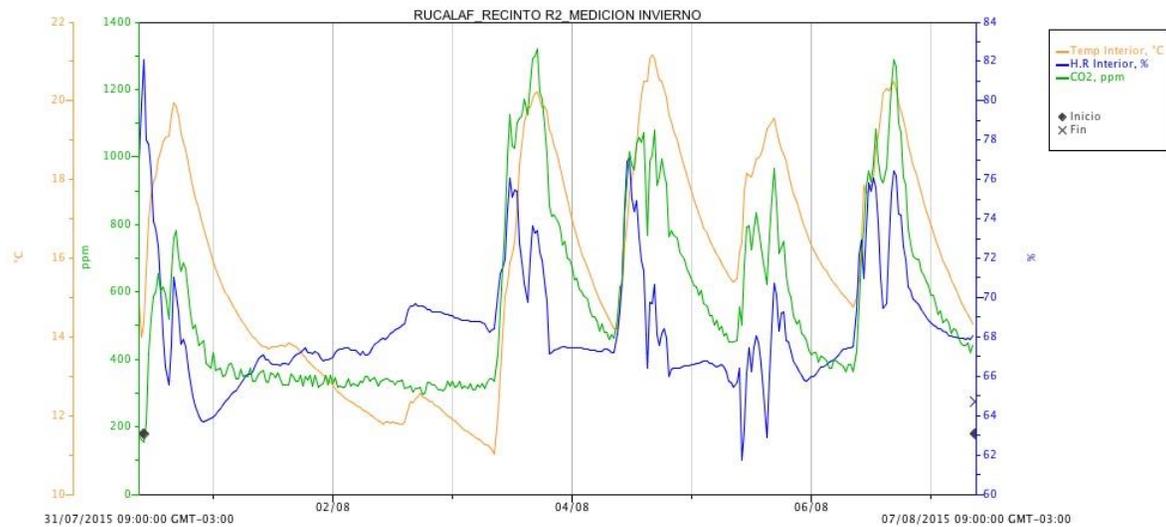


Grafico N°40: Temperatura de aire interior, Humedad relativa del aire y Niveles de CO² de recinto R2, Rucalaf en condición de invierno, periodo comprendido entre el 31/07/2015 y el 07/08/2015.

código sala	estac	T° interior (°C) Rucalaf R2										prom semanal (°C)	
		17-17,99°	18-18,99°	19-19,99°	20-20,99°	21-21,99°	22-22,99°	23-23,99°	24-24,99°	25-25,99°	26-26,99°		
R2	VER	frec.	0	0	1	9	55	56	64	117	33	1	23,45°
		%	0,0%	0,0%	0,3%	2,7%	16,4%	16,7%	19,0%	34,8%	9,8%	0,3%	
	INV	frec.	244	40	31	18	3	0	0	0	0	0	15,85°
		%	72,6%	11,9%	9,2%	5,4%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	

código sala	estac	Humedad Relativa del Aire interior (%) R2						prom semanal (%)	
		30-39,99%	40-49,99%	50-59,99%	60-69,99%	70-79,99%	80-89,99%		
R2	VER	frec.	7	319	10	0	0	0	46,40%
		%	2,1%	94,9%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
	INV	frec.	0	0	0	273	63	0	68,38%
		%	0,0%	0,0%	0,0%	81,3%	18,8%	0,0%	

código sala	estac	Niveles de CO2 interior (ppm) R2						prom semanal (ppm)	
		0-399	400-599	600-799	800-999	1000-1999	2000-2999		
R2	VER	frec.	3	305	18	6	4	0	476,74 ppm
		%	0,9%	90,8%	5,4%	1,8%	1,2%	0,0%	
	INV	frec.	129	79	67	31	30	0	569,71 ppm
		%	38,4%	23,5%	19,9%	9,2%	8,9%	0,0%	

Tabla N° 38: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto R2 - Sala Cuna Rucalaf Villarrica. Fuente: Elaboración propia.

c) Demanda energética recinto R2.

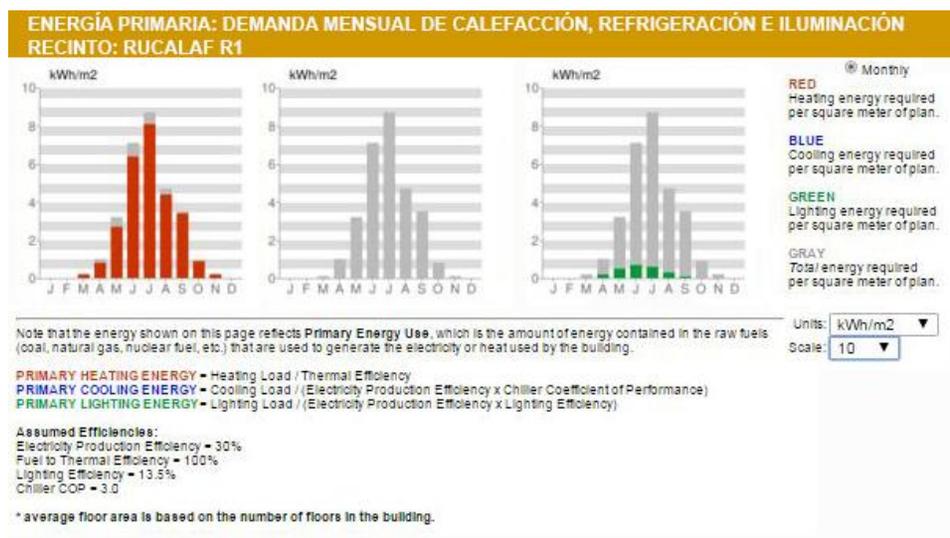


Grafico N°41: Demanda anual de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto R2, Rucalaf.

RECINTO: RUCALAF R2					
Uso de energía primaria y Emisiones de CO ²					
mes	Energía (kWh/m ²)				Emisiones
	Calefacción	Refrigeración	Iluminación	TOTAL	CO ² (Kg/m ²)
enero	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0
febrero	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0
marzo	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0
abril	0,5	0,0	0,1	0,6	0,1
mayo	2,5	0,0	0,3	2,8	0,6
junio	6,3	0,0	0,5	6,8	1,4
julio	8,1	0,0	0,4	8,5	1,7
agosto	4,3	0,0	0,2	4,5	0,9
septiembre	3,3	0,0	0,0	3,3	0,7
octubre	0,7	0,0	-0,2	0,5	0,1
noviembre	0,1	0,0	-0,2	-0,1	0,0
diciembre	0,0	0,0	-0,2	-0,2	0,0
TOTAL	25,9	0,0	0,4	26,3	5,5

Tabla N° 39: Demanda de energía primaria y emisiones de CO². Recinto R1, Sala Cuna Rucalaf - Villarrica.
Fuente: Elaboración propia.

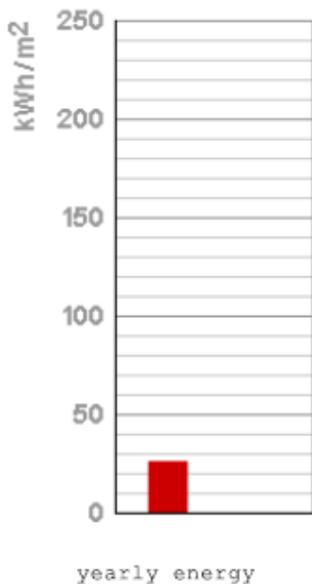


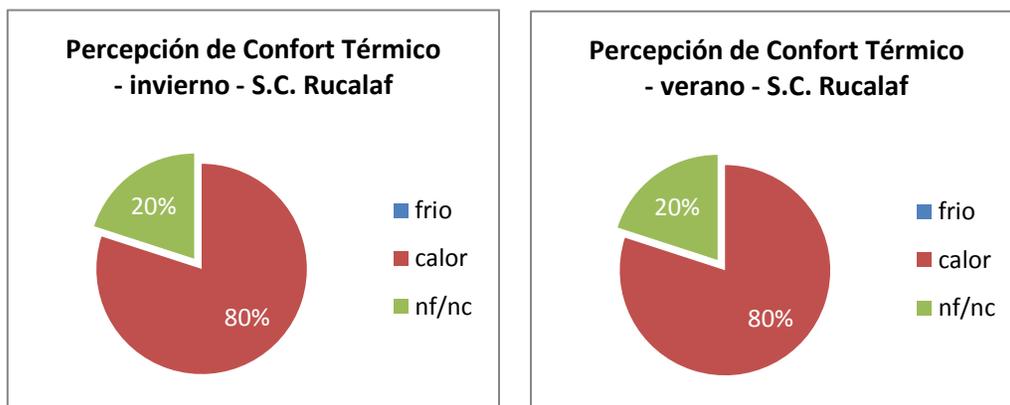
Grafico N°42: Demanda anual (kWh/m²) de consumo energético de calefacción, refrigeración e iluminación recinto R2, Rucalaf.

1.3.3 Resultados Encuesta de Satisfacción de usuarias Sala Cuna Rucalaf.

Se aplicó una encuesta de satisfacción a un total de 5 funcionarias del centro (mujeres entre 20 y 49 años), que se desenvuelven en todos los recintos interiores de la sala cuna, relacionadas con el atendimento de los Lactantes. El formato de la encuesta fue basado en un protocolo de recopilación de datos formulado por la Universidad de Berkeley, California y del cual se extrae información complementaria para conseguir medir la percepción de los usuarios, en este caso adultos; así también considerar la extracción de información que permita aplicar metodologías de acuerdo a normativas de protocolo de mediciones de calidad ambiental interior vigentes. De este modo se presentan los resultados que dan cuenta del grado de Confort Térmico y Calidad del Aire, en recintos interiores de los casos de estudio.

a) Percepción de confort térmico interior Sala Cuna Rucalaf.

Los resultados a ser presentados reflejan el grado de confort térmico percibido por las usuarias de la Sala Cuna Rucalaf, respecto a la sensación de frío/calor que experimentan y de acuerdo al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral. En relación a la sensación de frío/calor experimentada, los resultados son los siguientes:

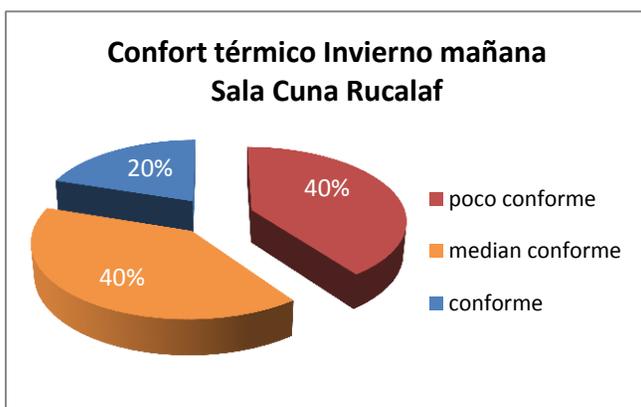


Gráficos N°43 y 44: Porcentaje de percepción de confort térmico invierno y verano de acuerdo a encuesta de satisfacción de usuarios, Sala Cuna Rucalaf.

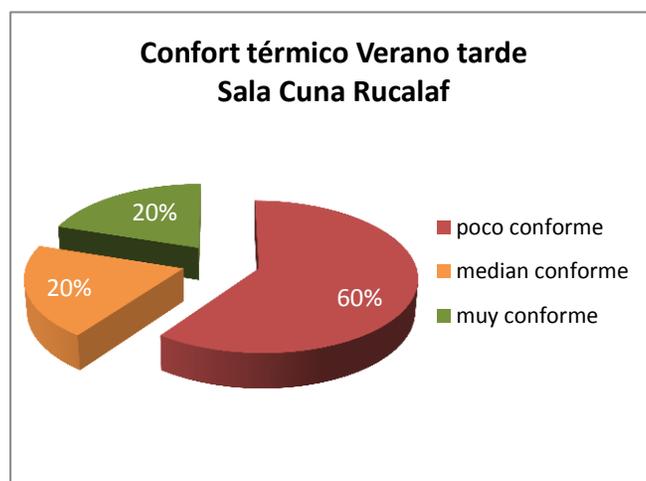
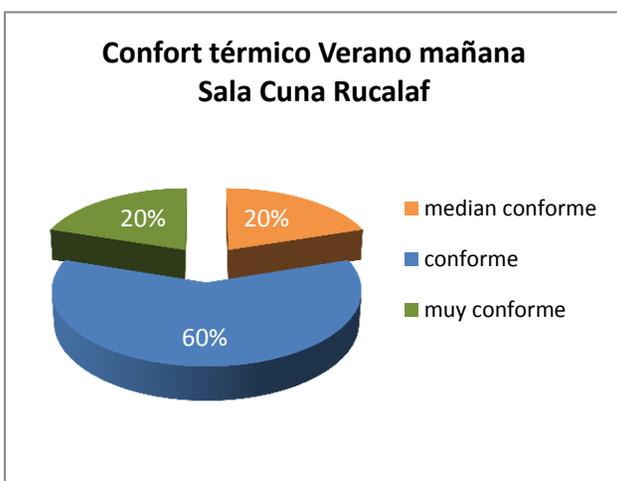
Tanto en invierno como en verano, el 80% de las usuarias percibe calor la mayor parte del tiempo y el 20% percibe frío.

Ahora bien, en relación al grado de conformidad de confort térmico según estación y jornada laboral, los resultados son los siguientes:

En periodo de invierno de mañana, el 40% se encuentra medianamente conforme al igual que otro 40% poco conforme. Para el invierno de tarde, la mayoría (80%) se manifiesta conforme.



En periodo de verano de mañana, la mayoría (60%) se encuentra conforme y en el período de la tarde un 60% se manifiesta poco conforme.



Gráficos N°45 al 48: Porcentaje de percepción de confort térmico mañana y tarde estacional, según encuesta de satisfacción de usuarios, Sala Cuna Rucalaf

Para aplicar la norma UNE-EN ISO 7730:1996 – Ambientes Térmicos Moderados. Determinación de los índices PMV y PPD, se enuncian las siguientes variables correspondientes al caso en estudio (Sala Cuna Rucalaf – Villarrica)

Variable		Invierno (S.C. Rucalaf)			Verano (S.C.Rucalaf)		
		Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
Ropa	Clo	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0
Producción de energía metabólica	Met	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Trabajo externo	Met	0	0	0	0	0	0
Temperatura del aire	°C	11,0°C	21,1°C	15,9°C	20,6°C	26,1°C	23,5°C
Temperatura media de radiación	°C	8,3°C	17,5°C	12,5°C	18,7°C	24,0°C	21,4°C
Velocidad relativa del aire	m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s	0,1 m/s
Humedad Relativa interior	%	61,7%	77,8%	68,4%	50,1%	37,9%	46,4%

De acuerdo a estas variables, los resultados son los siguientes:

Variable	Invierno (S.C.Rucalaf)			Verano (S.C.Rucalaf)		
	Mañana	Tarde	Prom. Día	Mañana	Tarde	Prom. Día
1PMV	-2,94	-0,44	-1,72	-0,86	0,38	-0,36
SITUACIÓN	INADEC	SATISF	INADEC	INADEC	SATISF	SATISF
PPD	98,82%	9,04%	62,82%	20,61%	8,01%	7,7%

b) Percepción de calidad del aire interior Sala Cuna Rucalaf.

Los resultados a ser presentados describen el grado de satisfacción de los usuarios entrevistados en relación con la calidad del aire interior de los recintos habitables en la Sala Cuna Rucalaf.

En relación a la capacidad de poder controlar la ventilación natural y el grado de conformidad con la calidad del aire los resultados son los siguientes:

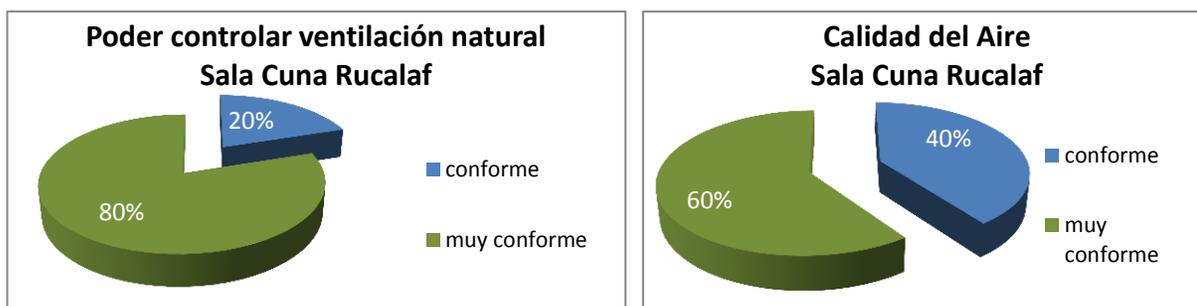


Gráfico N°49 al 50: Porcentaje de percepción capacidad de control sobre ventilación natural y conformidad con calidad del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Sala Cuna Rucalaf.

- Poder controlar la ventilación natural, la mayoría (80%) se encuentra muy conforme y el 20% restante conforme.
- En cuanto a la calidad del aire, un 60% se manifiesta muy conforme y el 40% restante se manifiesta conforme.

En relación con la suficiencia en la renovación de aire, se describe lo siguiente:

- Un 60% se manifiesta muy conforme, en cuanto el 40% restante se manifiesta conforme.

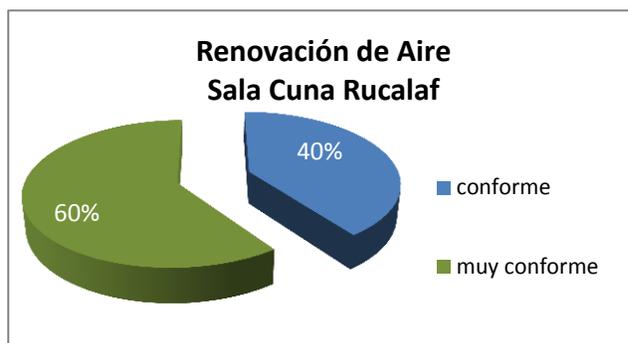


Gráfico N°51: Porcentaje de percepción de conformidad con renovación del aire, según encuesta de satisfacción de usuarios, Sala Cuna Rucalaf.

ANEXO 2

FORMATO

CUESTIONARIO DE ENCUESTA

Establecimiento de Estándares de Desempeño Ambiental y Energético para Residencias de Lactantes Chilenas Ubicadas en Climas Templados Oceánicos.

AUTOR

Arq. Miguel Ángel Pino Quilodrán

PROFESOR GUÍA

PhD. Ariel Bobadilla Moreno

CONCEPCIÓN, 30 de Marzo 2016

Cuestionario de encuesta destinado a adultos

**Evaluación de la calidad ambiental del edificio Sala Cuna Rucalaf
Usos y calidad de confort de su lugar de trabajo.**

Esta encuesta anónima es para medir la calidad ambiental del edificio donde trabaja. Consta de 4 partes: Información General, El exterior del edificio, El interior del edificio, Edificio y usuario.

Algunas preguntas cuentan con una escala de calificación: Marcar una dentro de cuadro sobre la nota seleccionada de acuerdo a esta escala de valorización:

0	1	2	3	4
Muy poco conforme	Poco conforme	Medianamente conforme	Conforme	Muy Conforme

Gracias por tomarse 10 minutos para permitir el estudio de la calidad de la Sala Cuna, la cual es una investigación académica para la Universidad del Bío - Bío.

1. Información General

Género

Hombre

Mujer 20/30 30/40 40/50 >50

Edad

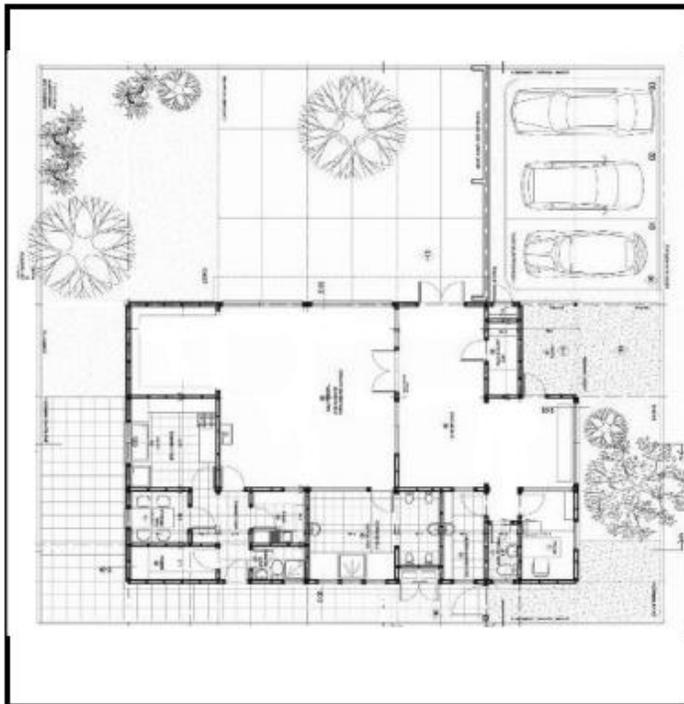
Actividad

Directora Administrativa Educadora Auxiliar Personal Salud Servicio Otra

Indique la ubicación principal de su actividad en el edificio (una sola respuesta por favor)

Salas Cunas Salas Multiuso Oficinas

Enfermería Cocina Lavandería



2. El exterior del edificio	
Acceso local y estacionamiento	<p>¿Cuál es el medio de transporte mas frecuente utilizado por usted para llegar al lugar de trabajo?</p> <p> <input type="checkbox"/> Auto <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Caminando <input type="checkbox"/> Transporte público </p> <p>Distancia aproximada del domicilio al trabajo: _____ Km.</p> <p>¿Esta usted conforme?</p> <p>a) Del acceso al edificio?</p> <p> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>b) De las zonas de estacionamiento?</p> <p> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p>
	<p>¿Esta usted conforme de las áreas verdes alrededor del edificio?</p> <p> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>¿Esta usted conforme de la visibilidad hacia el exterior?</p> <p> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>¿Qué le gustaría mejorar?</p> <p> <input type="checkbox"/> Más vegetación? <input type="checkbox"/> Más bancas? <input type="checkbox"/> Otros? </p> <p>Indique: _____</p>
Molestias	<p>¿Qué otras molestias exteriores podría señalar?</p> <p> <input type="checkbox"/> Viento <input type="checkbox"/> Olores <input type="checkbox"/> Vibraciones <input type="checkbox"/> Otros </p> <p>Indique: _____</p>
Material del edificio	<p>Los materiales que componen el edificio hacen que parezca:</p> <p>Resistente a la intemperie externamente? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Resistente al uso interno? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Dan una sensación visual desagradable? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
Organización del edificio	<p>¿Está usted conforme de la organización general del edificio? (funcionalidad de los espacios)?</p> <p> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>¿Cómo encuentra su área de trabajo principal?</p> <p>Bien ubicado en el edificio? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>De tamaño suficiente? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Bien equipado en cantidad de enchufes? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Bien equipado en cantidad de accesorios? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Buena distribución de mobiliarioy equipamiento? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>

3. El ambiente interior del edificio																																																																																																						
Confort térmico de su local de trabajo	¿Está completamente conforme del confort térmico? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	Precise:																																																																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Mañana</th> <th colspan="5">Tarde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">¿Sintió frío? <input type="checkbox"/></td> <td colspan="5">¿Sintió calor? <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Mañana					Tarde					<input type="checkbox"/>	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)					¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Mañana</th> <th colspan="5">Tarde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">¿Sintió frío? <input type="checkbox"/></td> <td colspan="5">¿Sintió calor? <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Mañana					Tarde					<input type="checkbox"/>	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)					¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																						
	Mañana					Tarde																																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																													
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4																																																																																													
(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)																																																																																																	
¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																																																																																																	
Mañana					Tarde																																																																																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																													
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4																																																																																													
(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)																																																																																																	
¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Mañana</th> <th colspan="5">Tarde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">¿Sintió frío? <input type="checkbox"/></td> <td colspan="5">¿Sintió calor? <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Mañana					Tarde					<input type="checkbox"/>	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)					¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Mañana</th> <th colspan="5">Tarde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td> </tr> <tr> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> <td colspan="5">(Si indicó 0,1 ó 2)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">¿Sintió frío? <input type="checkbox"/></td> <td colspan="5">¿Sintió calor? <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Mañana					Tarde					<input type="checkbox"/>	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)					¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																							
Mañana					Tarde																																																																																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																													
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4																																																																																													
(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)																																																																																																	
¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																																																																																																	
Mañana					Tarde																																																																																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																													
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4																																																																																													
(Si indicó 0,1 ó 2)					(Si indicó 0,1 ó 2)																																																																																																	
¿Sintió frío? <input type="checkbox"/>					¿Sintió calor? <input type="checkbox"/>																																																																																																	
Gestión de la energía	En caso de no ocuparse un recinto: se apaga la luz artificial ? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	En la noche, quedan algunos artefactos apagados? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	Utiliza persianas o cortinas:																																																																																																					
	¿Para regular los aportes de luz natural? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	¿Para evitar pérdida de calor las noches de invierno? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	¿Para evitar exceso de calor del sol en verano? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	Está conforme con las posibilidades de poder controlarla usted:																																																																																																					
	¿La temperatura interior? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	¿La ventilación natural? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																																																																					
	¿Cuánto tiempo utiliza los siguientes equipos?																																																																																																					
	4 horas / día	2 horas / día	Ocasional																																																																																																			
Aspiradora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Enceradora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Lavavajilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Lavadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Estufa individual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Lámpara personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Televisor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Equipo de música	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
Horario de ocupación	¿Cuál es su horario de trabajo diario?																																																																																																					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																			
	08:00 - 17:00	09:00 - 18:00	Turno nocturno																																																																																																			
	Días de presencia																																																																																																					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																				
1 a 2 días / semana	Lunes a viernes	Fines de semana																																																																																																				

Mantenimiento	<p>¿Esta usted conforme del mantenimiento y la facilidad de mantención del Centro?</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>El servicio de mantención es:</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Bajo <i>(al menos una vez al día) (una vez a la semana) (una vez al mes)</i> </p> <p>¿Cuál cree que es el principal problema en el mantenimiento de recintos?</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Muchos recintos <input type="checkbox"/> Acceso a ventanales <input type="checkbox"/> Pisos inadecuados <input type="checkbox"/> Muros inadecuados <input type="checkbox"/> Otros Indique: _____ </p> <p>Usted trabaja en un edificio de "Alta calidad ambiental", ¿qué es lo que usted destacaría en comparación a un edificio convencional o sin mejoras ambientales?</p> <p style="text-align: center;">Indique: _____</p> <p>¿Cree usted que necesite mejorar algo?</p> <p style="text-align: center;">Indique: _____</p>
	<p>¿Está usted conforme con la calidad del aire interior?</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p> <p>¿La renovación del aire le parece suficiente?</p> <p style="text-align: right;">Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p>
	<p>¿Está usted conforme del confort olfativo? (ausencia de olores)</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 </p>
	<p>¿Le provoca dificultad el ruido...</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> de vehículos? <input type="checkbox"/> actividades del lugar? <input type="checkbox"/> Ruido de fondo (viento, etc)? </p>

4. El edificio y usted	
Usos	¿Usted realiza control y manejo responsable en ... dejar los aparatos eléctricos en desuso apagados y/o desenchufados todas la noches? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	asegurar el mejor uso de la luz natural? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	clasificar la basura antes de botarla? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	elegir los equipos que va a utilizar teniendo en cuenta el consumo de energía de estos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Entorno de trabajo	¿Cuál es su conformidad con la calidad de su entorno de trabajo? <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> 0 1 2 3 4 </div>
	¿A través de qué elementos particularmente se siente más o menos conforme? <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> Iluminación natural espacios mobiliario colores acústica térmica </div>
	¿Qué sugiere para mejorarlos? Indique: _____
Información	¿Está usted informado acerca de ... Utilización y manejo de dispositivos de ahorro de energía y agua en las instalaciones del centro? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	clasificación y gestión de residuos orgánicos y reciclables? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Desea tener mayor información sobre las opciones para mejorar uso de agua, energía y basuras? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	¿Qué manera le resulta más interesante de recibir información? aíches simples distribuidos en lugares apropiados? (baños, interruptores) Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	manual que reúna toda la información del edificio? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	cartel general en la entrada del edificio? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Sugerencia ¿Estaría de acuerdo si se le sugiriera comportamiento de uso del centro de manera diferente? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Por qué razón: _____
La mejora en la calidad del edificio en que trabaja, le influye en la forma de usar y consumir energía en su casa o cualquier otro edificio? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

¡Muchas gracias!