



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

**VENTILACIÓN NATURAL Y CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS DE URGENCIA DE
CENTROS DE SALUD**

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

AUTOR: JAVIERA PAZ ARRIAGADA SOTO

PROFESOR GUÍA: MAUREEN TREBILCOCK

PROFESOR CO-GUÍA: NELSON ARIAS

CONCEPCIÓN, 01 de Marzo de 2021

Resumen

Resumen

Existe una alta demanda de atenciones médicas en los servicios de urgencia de carácter público principalmente, generando hacinamiento del recinto, debido a que los espacios de espera no dan abasto al gran número de personas que recurren a ellos. Bajo esta premisa, se evaluarán los caudales de ventilación de las salas de espera de los centros de salud del Gran Concepción, ya que, al ser una zona costera, permite utilizar la ventilación natural como recurso para mejorar la ventilación y calidad del aire interior. Para ello, se realizó un estudio tipológico de las salas de espera, con el fin de identificar aspectos de diseño arquitectónico, y posteriormente generar el cálculo numérico de las renovaciones de aire hora considerando posibles escenarios de ocupación. Los resultados de los requerimientos obtenidos, fueron que la mayoría de las salas de espera que presentan altos valores de demanda de ventilación, se deben a la falta de estrategias pasivas en su diseño arquitectónico, es decir, no se aprovecha al máximo el recurso natural existente, implicando el uso exclusivo de energía en ventilación forzada. Por tal motivo, se proponen mejoras viables a la infraestructura existente simuladas en el programa Optivent 2.1. demostrando que el efecto de algunas modificaciones en la morfología mejora la ventilación natural.

Palabras claves: Ventilación – calidad del aire interior – centros de salud – carga ocupación – ventilación natural

Resumen

Abstract

There is a high demand for medical attention in emergency services of a public nature, mainly, generating overcrowding of the premises, because the waiting spaces do not supply the large number of people who use them. Under this premise, the ventilation flows of the waiting rooms of the health centers of Greater Concepción will be evaluated, since, being a coastal area, it allows the use of natural ventilation as a resource to improve ventilation and indoor air quality. To do this, a typological study of the waiting rooms was carried out, in order to identify architectural design aspects, and then generate the mathematical calculation of the air renewals per hour considering possible occupation scenarios. The results of the requirements obtained were that most of the waiting rooms that present high ventilation demand values are due to the lack of passive strategies in their architectural design, that is, the existing natural resource is not used to the maximum involving the exclusive use of energy in forced ventilation. For this reason, viable improvements to the existing infrastructure simulated in the Optivent 2.1 program are proposed. demonstrating that the effect of some modifications in morphology improves natural ventilation.

Keywords: Ventilation – Indoor air quality – health centers – occupation - Natural ventilation

Índice

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3	METODOLOGÍA.....	6
1.3.1	<i>Caracterización arquitectónica</i>	<i>6</i>
1.3.2	<i>Verificación</i>	<i>8</i>
1.3.3	<i>Proposición y simulación</i>	<i>8</i>
1.3.4	<i>Variables a estudiar.....</i>	<i>8</i>
1.3.5	<i>Fuentes de información</i>	<i>9</i>
2	MARCO TEÓRICO	10
2.1	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR Y VENTILACIÓN EN CENTROS DE SALUD.	10
2.2	IMPORTANCIA DE VENTILACIÓN NATURAL VERSUS LA VENTILACIÓN MECÁNICA.	12
2.3	NORMATIVAS	13
2.3.1	<i>Ventilación y Calidad del aire.....</i>	<i>13</i>
2.3.2	<i>Carga ocupación.....</i>	<i>17</i>
3	ÁREA DE ESTUDIO	19
3.1	SISTEMA DE SALUD EN CHILE	19
3.2	CONDICIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO	23
4	CASOS DE ESTUDIO.....	28
4.1	LEVANTAMIENTO SALAS DE ESPERA	29
4.2	CARACTERÍSTICAS SALAS DE ESPERA EN CENTROS DE SALUD.....	36
4.2.1	<i>Carga de ocupación de las salas de espera en los casos de estudio</i>	<i>38</i>
4.2.2	<i>Escenarios de carga de ocupación</i>	<i>42</i>
5	SIMULACIÓN CASOS SELECCIONADOS.....	45
5.1	ANTECEDENTES CASOS DE ESTUDIO	45
5.1.1	<i>SAR Los Cerros.....</i>	<i>46</i>
5.1.2	<i>SAR Hualpén.....</i>	<i>49</i>
5.1.3	<i>SAR Tucapel.....</i>	<i>52</i>

Capítulo 1: Introducción

5.1.4	SAR Boca Sur	55
6	RESULTADOS SIMULACIÓN CASO ACTUAL	58
6.1	SAR LOS CERROS	58
6.1.1	Evaluación en verano	60
6.1.2	Evaluación en invierno.....	60
6.2	SAR HUALPÉN.....	61
6.2.1	Evaluación en verano	62
6.2.2	Evaluación en invierno.....	63
6.3	SAR TUCAPEL	63
6.3.1	Evaluación en verano	65
6.3.2	Evaluacion en invierno.....	66
6.4	SAR BOCA SUR	66
6.4.1	Evaluación en verano	68
6.4.2	Evaluación en invierno.....	68
6.5	RESUMEN DE RESULTADOS.....	69
7	PROPUESTAS DE MEJORAS ARQUITECTÓNICAS	71
7.1	PROPUESTA DOBLE ALTURA.....	72
7.1.1	SAR LOS CERROS.....	73
7.1.2	SAR HUALPEN.....	73
7.2	PROPUESTA LEVANTAMIENTO CUBIERTA.....	74
7.2.1	SAR LOS CERROS.....	74
7.2.2	SAR HUALPEN.....	75
7.3	CHIMENEA DE VENTILACIÓN	75
7.3.1	SAR LOS CERROS	76
7.3.2	SAR HUALPEN.....	76
7.4	RESUMEN RESULTADOS MEJORAS ARQUITECTÓNICAS	77
8	CONCLUSIONES	78
8.1	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	80
9	FUTURAS INVESTIGACIONES	81

1 Introducción

Los establecimientos de salud cumplen un rol fundamental en nuestra sociedad, en ellos se recurre ante cualquier enfermedad, accidente o control médico. Por esta razón, en el caso de los hospitales funcionan las 24 horas del día, todos los días del año, y durante todo su funcionamiento deben mantener el espacio apropiado para recibir a aquellos pacientes con dolencias y sus acompañantes. Los recintos de salud que aglomeran la mayor cantidad de personas son el área de urgencias (pueden encontrarse tanto en hospitales, como clínicas, centros de salud familiar, entre otros). Lamentablemente las salas de espera en urgencias terminan saturadas por la gran demanda y poco personal disponible, siendo un problema no solamente local, sino que a nivel internacional. En la literatura médica especializada se ha denominado esta situación como “*crowding*” (hacinamiento), en los Estados Unidos el Instituto de Medicina que, en el año 2006, publicó un informe titulado “El futuro de la atención de emergencia en los Estados Unidos, Atenciones en los Servicios de Emergencia: En el punto de quiebre”, uno de sus puntos principales fue el grave hacinamiento existente, y las largas esperas por atención médica teniendo una permanencia de hasta 48 horas (Ponce Varillas, 2017). En Chile, la situación no es diferente, en el sector público la espera ha alcanzado dimensiones, tiempos y características que la han transformado en un problema de gran relevancia, según la “Medición nacional de satisfacción usuaria en la red pública de salud de Chile”, el aspecto peor evaluado en los centros de salud, fueron los largos tiempos de espera e infraestructura (De, 2009).

Por los problemas antes mencionados, se hace primordial entregar un ambiente adecuado para todas aquellas personas que estarán en la espera de una atención, un recinto con las dimensiones adecuadas para albergar a los pacientes, y una buena calidad del aire interior. Este es un factor importante en las salas de espera, porque en estos espacios donde los pacientes vienen a recuperarse debiesen estar resguardados de no contagiarse y no empeorar su situación, es por esto que la calidad del aire interior juega un rol fundamental.

En junio del 2007, la Organización Mundial de la Salud publicó unas guías sobre la prevención y el control de las infecciones (Guías provisionales de la OMS; WHO, 2007). En estas guías, la ventilación natural se considera por primera vez como una de las medidas eficaces de control de las infecciones en entornos de atención de la salud. También, se ha demostrado que previene el contagio de los llamados resfríos comunes y no solo enfermedades infecciosas. Por lo tanto, es importante la

Capítulo 1: Introducción

renovación del aire en el interior, pero de igual magnitud el contacto directo, es decir, mantener una distancia entre los pacientes también evita que se propaguen las enfermedades (Gardner, 1996).

Por esto, es que se hace indispensable que en los establecimientos de salud las medidas de dimensionamiento del recinto, la ventilación adecuada y una buena calidad del aire interior (además de otros factores como iluminación, temperatura, etc.) se cumplan, sobre todo en los espacios comunes como las salas de espera de urgencias.

En nuestro país la principal normativa que rige las tasas mínimas de ventilación es la NCh 3308:2013 “Ventilación - Calidad aceptable de aire interior – Requisitos”, sin embargo, no hace referencia a los establecimientos de salud. A pesar de no tener este ítem en la normativa existente, si existen otras exigencias voluntarias que incluyen esta sección de establecimientos de salud como la certificación CES (Certificación Establecimientos de Salud), y los TDRe (Términos de Referencia Estandarizados).

Como se indicó anteriormente el dimensionamiento es otro factor importante en las salas de espera, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, exige $0,8\text{m}^2$ de superficie por persona de carga de ocupación para salas de espera en destinos de salud. Sin embargo, en las Guías de hospitales de mediana complejidad, en la sección de Criterios de Partido General y Anteproyecto de Arquitectura, menciona que su estándar de dimensionamiento es de aproximadamente $1,0\text{m}^2$ /persona en las salas de espera. Estas variables de ventilación y carga de ocupación debieran ser suficientes para crear un espacio apropiado para los pacientes con una buena calidad del aire, y espacio suficiente para que los usuarios estén protegidos de contagios y no agregar un agravante más en su condición de vulnerabilidad.

Es por esto, que se evaluará la normativa existente y si ésta es suficiente para las condiciones en las salas de espera, para abordar la investigación desde una perspectiva más local, se centrará en los Centros de Salud Familiar (CESFAM) de Concepción, Chiguayante, Hualpén, San Pedro y Talcahuano, para finalmente seleccionar casos de estudio que serán sometidos a mejoras arquitectónicas para mejorar su desempeño, respaldándose con el software Optivent entregando las renovaciones de aire hora, mas óptimos para el lugar.

1.1 Objetivo general

Evaluar la ventilación natural y carga de ocupación de las salas de espera de los centros de salud del gran Concepción, con el fin de saber cuáles son las estrategias de diseño que tienen una mayor contribución a la ventilación natural, y con ello a la calidad del aire en los centros de salud existentes.

1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar arquitectónicamente las salas de espera de los Cesfam/SAR y reconocer sus principales características.
- Verificar la carga de ocupación de las salas de espera en relación a superficie y exigencias recomendadas para centros de salud, determinando si los metros cuadrados por persona son los adecuados para una buena calidad del aire interior de los casos de estudio.
- Evaluar los requerimientos de ventilación natural en las salas de espera bajo distintos escenarios de ocupación.
- Proponer mejoras arquitectónicas para la sala de espera, que permitan mejorar el desempeño del recinto en relación a la ventilación, respaldado por resultados de software Optivent.

1.3 Metodología

El diseño para llevar a cabo la investigación se realizó mediante la compilación planimétrica de 12 centros de salud familiar y SAR de Concepción intercomunal (Chiguayante, Hualpén, San Pedro y Talcahuano). El estudio consta de tres etapas, primeramente, un reconocimiento arquitectónico, para luego proceder a la verificación, y finalmente una fase de proposición de mejoras arquitectónicas. A continuación, se presenta un esquema que grafica la secuencia metodológica.

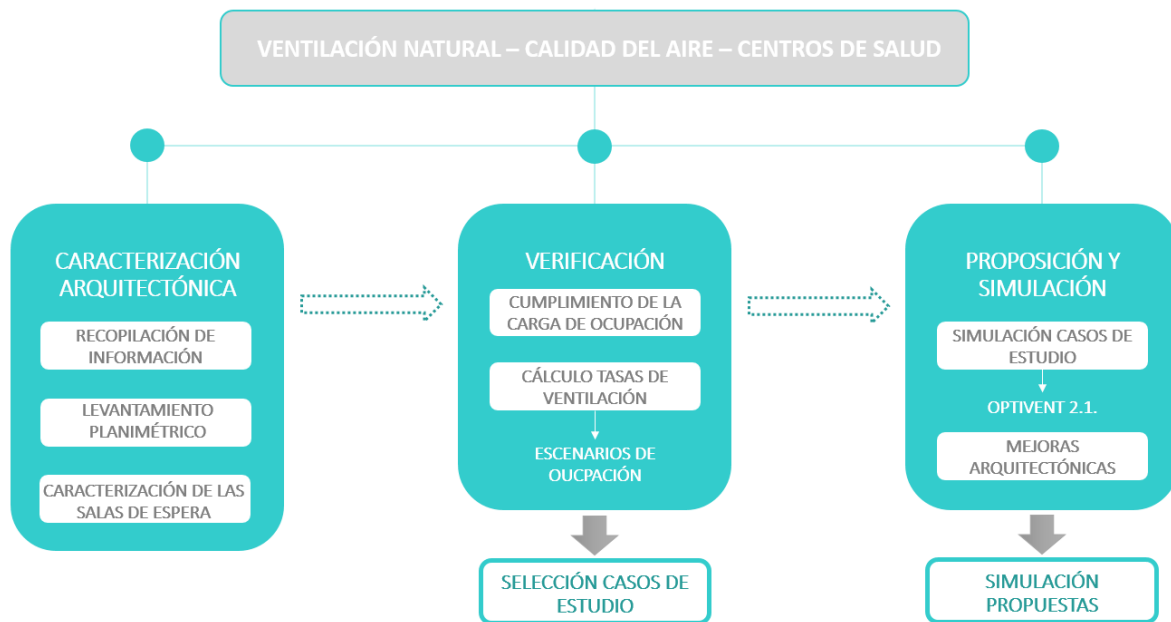


Figura 1: Esquema metodología a utilizar

1.3.1 Caracterización arquitectónica

En esta etapa se recopiló la mayor información de los centros de salud, de los cuales solo se pudo obtener de 12 de los 25 existentes del Gran Concepción (ver figura 2), el cual considera las ciudades de Concepción, Talcahuano, Hualpén y San Pedro. De estos 12 establecimientos, se realizó el levantamiento planimétrico de cada sala de espera en planta y axonométrica, junto con la silueta del volumen completo para contextualizar cada sala dentro de la edificación, y de esta forma entregar una mejor lectura de ellas. Posteriormente, se caracterizó cada una de ellas considerando superficie, altura, carga de ocupación y materialidad.

Capítulo 1: Introducción



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



(i)



(j)



(k)



(l)

Figura 2: Representación de CESFAM Y SAR: (a) CESFAM Boca Sur; (b) CESFAM Juan Soto Fernández; (c) CESFAM Lomas Coloradas; (d) CESFAM Lorenzo Arenas; (e) CESFAM Paulina Avendaño; (f) CESFAM Pedro de Valdivia; (g) CESFAM Pinares; (h) SAR Tucapel; (i) SAR Talcahuano; (j) SAR Los Cerros; (k) SAR Hualpén; (l) CESFAM Valle de la Piedra.

1.3.2 Verificación

Con el levantamiento realizado, se procede a la segunda parte, que consta de la verificación del cumplimiento de la carga de ocupación ($0,8\text{m}^2$ por persona), según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción; y según las exigencias de guías de diseño de establecimientos de salud de mediana complejidad. Esto nos permitirá tener una mirada más clara al momento de comparar los requerimientos de las renovaciones de aire hora de cada sala de espera, cálculo basado entre el volumen de aire y nivel de ocupación del recinto (formula obtenida de TDR versión II 2016).

Con el cálculo realizado se procedió a la selección de casos de estudio mediante dos criterios, la primera a partir de Identificando aquellos que poseen los valores más desfavorables en cuanto a los requerimientos de renovaciones aire hora; y el segundo los más representativos según el análisis de caracterización arquitectónica, y que además tengan posibilidades en cuanto a forma de potenciar la ventilación natural.

1.3.3 Proposición y simulación

Ya con los casos de estudios seleccionados, se realizó la simulación con el programa Optivent versión 2.1 en el estado actual de las salas de espera. Según dichos resultados se presentaron mejoras arquitectónicas para ser simuladas nuevamente y evaluar el desempeño con las modificaciones.

Con resultados de la segunda simulación, se generó un cuadro comparativo para visualizar las renovaciones de aire/hora obtenidas por cada mejora arquitectónica, determinando cuáles son los cambios que tienen una mayor contribución a la ventilación natural.

1.3.4 Variables a estudiar

- Carga ocupacional en la sala de espera (distintos escenarios de ocupación)
- Dimensiones del recinto (superficie y altura)
- Porcentaje de aberturas
- Materialidad

1.3.5 Fuentes de información

Como fuente de información se utilizarán las planimetrías obtenidas, visitas a terreno, y el programa Optivent como una herramienta de cálculo de ventilación natural, para poder evaluar las mejoras propuestas con estrategias de ventilación..

Instrumentos de medición:

- Software Optivent: herramienta de cálculo de ventilación natural.
- Fuentes digitales: Street view, y planimetría de los centros de salud.

2 Marco Teórico

Este capítulo presenta la revisión bibliográfica realizada para la ejecución de esta investigación, abordando los factores presentes en el fenómeno de la ventilación y su efecto en la calidad del aire interior en los establecimientos de salud. Lo anterior, cobra relevancia a la hora de controlar la transmisión de enfermedades e infecciones aéreas entre las personas, así como, problemas en la edificación derivados de la carencia de ventilación. Por otra parte, se interiorizará en los beneficios de la ventilación natural y sus alcances, en relación con la ventilación mecánica.

Además, se presentarán todas las normativas que rigen la calidad del aire y los caudales de ventilación en dichos recintos, desde una perspectiva macro considerando las internacionales, hasta una mirada local como la normativa chilena. Se incluirán algunas variables que se complementan con la calidad del aire interior como la carga de ocupación, la temperatura, y cómo estas finamente afectan al ambiente en el que se encuentran los ocupantes.

2.1 Calidad del aire interior y ventilación en centros de salud.

En tiempos de retos impredecibles para la salud, ya sea a causa del cambio climático, de nuevas enfermedades infecciosas o de la próxima bacteria que se haga resistente a los antibióticos, una tendencia es segura: el envejecimiento de la población se está acelerando en todo el mundo. Por primera vez en la historia, la mayoría de las personas pueden aspirar a vivir hasta más allá de los 60 años (Learning & Cookbook, n.d.), es decir, existen mayores posibilidades de contraer enfermedades al ser una población más longeva. En consecuencia, una de las preocupaciones que ha tomado relevancia son los sistemas de salud y sus prestaciones, estos establecimientos debiesen ser capaces de prevenir contagios y estar resguardados para todos los usuarios que llegan en un estado vulnerable.

Existen diferentes formas de transmitir enfermedades: algunas por contacto directo con la persona que está enferma, por contacto indirecto al tocar algo que posee gérmenes, a través de los alimentos y a través de picaduras de insectos o animales. Las enfermedades de tipo respiratorias

Capítulo 2: Marco teórico

agudas, son las que generan mayores contagios y tiene una propagación más rápida, donde su principal modo de transmisión ocurre a través de microgotas, y algunos patógenos, por lo que también ocurre a través del contacto.

En la guía de la OMS Prevención y control de infección en enfermedades respiratorias agudas con tendencia epidémica y pandémica durante la atención sanitaria, indica que *“una adecuada ventilación y la ubicación correcta de los pacientes... son medidas cruciales para ayudar a reducir la diseminación de patógenos respiratorios asociados con el cuidado de la salud”*. Señalando también, que la calidad de la ventilación es el principal factor para determinar el riesgo de exposición, y que sólo con ventilación natural se puede lograr una ventilación efectiva adaptando los diseños existentes, o también en combinación con extractores. Es por esto, que hace indispensable que los recintos de salud tengan una ventilación adecuada y mantengan una buena calidad del aire interior, ya que, de esta forma se minimizan las enfermedades por contagio.

Por esta razón, es que se centró la mirada en las salas de espera, puesto que, son espacios comunes donde confluyen una diversidad de enfermedades, y además son el primer acercamiento al centro de salud, el cual concentra la mayor parte de las personas (la mayoría de ellas enfermas) en un solo espacio. Es fundamental que estos recintos cuenten con las medidas adecuadas para evitar la propagación de virus y enfermedades, sin embargo, algunas investigaciones demuestran que no son del todo así. El Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos, dio a conocer que efectivamente existe transmisión de enfermedades infecciosas en las salas de espera y recepciones, y que se deben a la falta de medidas sanitarias para combatir los focos de infección de forma correcta, indicando también que los principales factores de riesgo eran, la condición de salud de los pacientes que los vuelve más vulnerables, la elevada aglomeración de pacientes, los tiempos de espera prolongados y la poca ventilación que provoca una mala circulación del aire.

En consecuencia, las Infecciones Asociadas a la Atención de Salud (IAAS) son evitables si las prácticas se realizaran de forma correcta (por parte del personal y pacientes), si la infraestructura fuese adecuada siendo capaz de acoger a los pacientes sin generar aglomeraciones, y teniendo una ventilación adecuada impidiendo o reduciendo los contagios.

2.2 Importancia de ventilación natural versus la ventilación mecánica.

La calidad del aire interior es fundamental para nuestra salud y bienestar, independientemente de la edificación en la que nos encontremos. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, hay establecimientos que requieren exigencias mayores relacionadas a la calidad del aire interior, como lo son los centros de salud. Por lo que, el sistema de climatización y ventilación deben ser capaces de renovar el aire, manteniendo el espacio limpio, fresco y sin contaminantes.

Para ventilar una edificación, existen distintas maneras, la ventilación natural, la ventilación mecánica (o forzada) y la ventilación híbrida (o mixta, combinación de natural y mecánica).

La ventilación natural, tal como su nombre lo dice, consiste en ventilar con flujo de aire exterior sin aporte de energía artificial, sino que utilizando el viento como recurso natural, lo que va variando según el clima donde este emplazada la edificación.

Cuando la ventilación natural no es suficiente, pueden instalarse extractores (debidamente calculados y probados con anterioridad) para aumentar las tasas de ventilación de las habitaciones en las que hay pacientes con infecciones de transmisión aérea. (Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2009).

Cada forma de ventilar posee ventajas y desventajas, que van variando según el clima y emplazamiento. La ventilación mecánica puede funcionar de manera independiente de las variaciones del tiempo y de la temperatura exterior, porque el flujo de aire se define en el diseño del equipo. También, se puede integrar sistemas de filtración para eliminar los microorganismos, partículas, gases, olores, entre otros contaminantes. Sin embargo, la desventaja que este tipo de ventilación es que puede no funcionar conforme a lo previsto, el funcionamiento normal puede interrumpirse por numerosas razones como un fallo en el equipo, una interrupción de la alimentación eléctrica, un mal diseño y un mantenimiento deficiente o manejo incorrecto (Dragan, 2000). Además, posee costos mayores debido a su instalación y mantenimiento, por lo que no se recomienda utilizar si no existirán los recursos necesarios para operarlo, dado que se corre el riesgo de que no funcione adecuadamente, perjudicando la calidad del aire interior, e incluso favoreciendo la propagación de las enfermedades infecciosas en el centro de salud, en vez de ser un instrumento que las controle.

Capítulo 2: Marco teórico

En cambio, la ventilación natural puede entregar altas tasas de ventilación a un menor costo, gracias a que utiliza la fuerza del viento y se potencia con las aberturas y sus ubicaciones. Si nuestro centro de salud (o cualquier otra edificación) está inserto en una localidad ventosa, puede reducir el consumo de energía, ya que, la mayoría del tiempo se utilizaría el viento como motor natural. Sin embargo, la tasa de renovación de aire puede variar significativamente, y no es una fuente controlable, por lo que hace difícil regular los flujos de aire excesivos.

A pesar de ello, en el Reino Unido, la política del National Health Service (Servicio Nacional de Salud) tiende a limitar la adopción de la ventilación mecánica a las principales zonas de tratamiento médico como las habitaciones de aislamiento de pacientes con infecciones de transmisión aérea, los quirófanos y las salas anexas. No se exige generalmente que las habitaciones de los pacientes tengan ventilación mecánica, por lo que la solución más corriente es la ventilación natural abriendo las ventanas (Mills, 2004). También señala que el tratamiento del aire es una de las principales actividades de consumo de energía en los hospitales. El estudio de un hospital de bajo consumo energético identificó esto como uno de los campos en los que se podría ahorrar utilizando la ventilación natural en todas las zonas no clínicas.

Por lo tanto, en los centros de salud, la ventilación natural debe potenciarse al máximo cuando sea posible, antes de plantearse la instalación de otros sistemas de ventilación. Más aún, si el centro de salud se ubica en la zona de estudio (Concepción intercomunal) con un gran potencial de ventilación, el cual podría aprovecharse en los periodos de verano, y dejar la ventilación mecánica exclusivamente para los periodos invernales.

2.3 Normativas

En esta sección se presentarán los estándares vigentes para ventilación, revisando tanto las exigencias extranjeras como nacionales relacionadas a la ventilación por calidad del aire. También, se incluirá la normativa de carga de ocupación nacional, la que se utilizará para la sección de verificación de la investigación.

2.3.1 Ventilación y Calidad del aire

La ventilación en los espacios de espera y recepción es fundamental, para ello, existen normas que regulan las tasas de ventilación por calidad del aire en estos recintos. Es importante destacar que

Capítulo 2: Marco teórico

existen algunos indicadores para medir la calidad del aire interior, de los cuales se definen los valores límites:

a) Tasa de aire exterior por persona, Tap (L/s persona): Caudal de aire exterior fresco por persona según programa de ocupación del recinto que consulta el proyecto.

b) Tasa de aire exterior por superficie, Tas (L/s m²): Caudal de aire exterior fresco por unidad de superficie del recinto a ventilar.

c) Área de superficie de ventanas practicables Av (m²)

d) Clase de permeabilidad al aire de ventanas dispuestas en fachadas Cv (s/d) y/o

e) Porcentaje del tiempo de ocupación, Pto (%): Porcentaje del tiempo en que la concentración de CO₂ se encuentra bajo el estándar 1000 ppm que define el estándar ASHRAE 62-2989 como umbral de ventilación defectuosa (Ministerio de Obras Públicas, 2016).

Para efectos de esta investigación sólo se utilizarán las normativas que midan los caudales de aire y no la que establece valores límites de concentraciones de CO₂, puesto que este indicador es pertinente cuando se hacen mediciones in situ, lo que no fue posible en esta tesis por la situación de pandemia.

De los estándares internacionales, uno de ellos es la UNE 100713:2005 “Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales”, indicando que para las salas de urgencia exige un caudal mínimo de aire exterior de 30m³/hm², para salas de emergencia, como muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. UNE 100713:2005 INSTALACIONES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE EN HOSPITALES

Área hospitalaria	UNE 100713: 2005	
	Clasificación local	Caudal mínimo aire exterior (m ³ /(h.m ²))
Quirófanos clase A y B	I	Ver tabla 7
Sala de partos	I	15
Sala de reanimación	II	15
Cuidados intensivos	II	30
Neonatos	II	15
Urgencias traumatología		
Endoscopia digestiva	I	30
Broncoscopia	I	30
Sala de urgencias	II	30
Sala de criba		
Sala de espera radiología		
Sala de procedimientos.		

Capítulo 2: Marco teórico

Otro estándar, y el más utilizado es la normativa ASHRAE62-2007, que trata sobre la calidad del aire exterior para una ventilación aceptable, para espacios residenciales, comerciales, institucionales e industriales, y como contenido anexo una tabla con los requerimientos de aire exterior para centros de salud, a pesar de ello, la variedad de recintos presentados es limitada, y no incluyen las salas de espera.

Sin embargo, en la normativa ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2008 Ventilación de instalaciones de atenciones médicas, posee una mayor lista de recintos en los edificios de salud, incorporando las salas de espera de emergencias, exigiendo 12 cambios de aire por hora (ach) como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Cambios de aire mínimo requeridos ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2008

Función del espacio	Relación de presión con las áreas contiguas (n)	Cambios de aire exterior por hora (Air Changes per Hour, ach)	Ach mínimos totales	Todo el aire de la sala con escape directamente hacia el exterior (j)	Aire recirculado por medio de las unidades desde las salas (a)	Humedad relativa del diseño (k), %	Temperatura del diseño (l), °F/°C
CIRUGÍA Y CUIDADOS CRÍTICOS							
Quirófano (clase B y C) (m), (n), (o)	Positiva	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Quirófanos/salas de cistoscopia quirúrgica, (m), (n) (o)	Positiva	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Sala de parto (cesárea) (m), (n), (o)	Positiva	4	20	NR	No	20–60	68–75/20–24
Área de servicios subestéril	NR	2	6	NR	No	NR	NR
Sala de recuperación	NR	2	6	NR	No	20–60	70–75/21–24
Cuidados críticos e intensivos	NR	2	6	NR	No	30–60	70–75/21–24
Cuidados intermedios (s)	NR	2	6	NR	NR	60 máx.	70–75/21–24
Cuidados intensivos de heridas (unidad de quemados)	NR	2	6	NR	No	40–60	70–75/21–24
Cuidados intensivos de recién nacidos	Positiva	2	6	NR	No	30–60	72–78/22–26
Sala de tratamientos (p)	NR	2	6	NR	NR	20–60	70–75/21–24
Salas de traumatismos (crisis o conmoción) (c)	Positiva	3	15	NR	No	20–60	70–75/21–24
Almacenamiento de gases médicos o anestésicos (r)	Negativa	NR	8	Sí	NR	NR	NR
Sala oftalmológica láser	Positiva	3	15	NR	No	20–60	70–75/21–24
Salas de espera de emergencias	Negativa	2	12	Sí (q)	NR	65 máx.	70–75/21–24
Triaje	Negativa	2	12	Sí (q)	NR	60 máx.	70–75/21–24
Descontaminación de la sala de emergencias	Negativa	2	12	Sí	No	NR	NR
Salas de espera de radiología	Negativa	2	12	Sí (q), (w)	NR	60 máx.	70–75/21–24

En Chile, existe la NCh 3308:2013 “Ventilación - Calidad aceptable de aire interior – Requisitos” hace mención a las tasas mínimas de ventilación en zonas de respiración, que es la que rige la mayoría de las edificaciones, que presenta categorías por recintos, entre esas categorías están los centros correlacionales, centros educacionales, hoteles, edificaciones de oficinas, espacios diversos, espacios de agrupación pública, residenciales, tiendas minoristas, deportes y recreación y general. Pero no menciona recintos en establecimientos de salud.

Capítulo 2: Marco teórico

También establece tasas de ventilación el Decreto Nº 594 del Ministerio de Salud, sin embargo, hace referencia solo a los lugares de trabajo, mencionando que: “Los locales de trabajo se forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10m^3 , como mínimo, salvo que se justifique una renovación adecuada del aire por medios mecánicos. En este caso deberán recibir aire fresco y limpio a razón de $20\text{m}^3/\text{hora}$ y por persona o una cantidad tal que provean 6 cambios por hora, como mínimo, pudiéndose alcanzar hasta los 60 cambios por hora, según sean las condiciones ambientales existentes, o en razón de la magnitud de la concentración de los contaminantes.”

La NTM 11/3 2014 es otra normativa chilena, en su sección de Ventilación y Climatización declara que “Las edificaciones de uso residencial, educación y salud, deberán contar con un sistema de ventilación mecánico que garantice la calidad aceptable del aire interior de los recintos que la conforman” una definición muy amplia y poco específica.

Actualmente no existe una normativa propia, sino que, para definir una ventilación adecuada para los edificios públicos se aplica como referencia la ASHRAE 62.1. Sin embargo, para los establecimientos de salud, existen estándares voluntarios como la Certificación CES (Certificación Edificio Sustentable), la cual exige para salas de espera en recintos de salud $0,9\text{l/s}$ por metro cuadrado y 5l/s por persona (ver tabla 3).

Tabla 3: Valores de referencia para tasas de ocupación y cargas internas, según CES.

RECINTOS	RÉGIMEN			TASA DE OCUPACIÓN		TASAS DE VENTILACIÓN		ILUMI-NANCIA	CARGAS INTERNAS			
	Horario de lunes a viernes		Vaca-ciones	Pers/ 100m²	m²/pers	L/s perso-na	L/s m²	[Lux]	[W/pers]	Perso-nas [W/m²]	Equipos [W/m²]	Ilumina-ción [W/m2]
	Entrada	Salida										
Salud												
Sector ambulatorios y diagnóstico	8	17	n/a	16,6	6,0	5	0,9	300	131,2	21,87	15,3	11
Sector Habitaciones	0	24	n/a	12,5	8,0	5	0,9	300	82	10,25	0	8
Oficinas administrativas	8	17	n/a	10,0	10,0	2,5	0,3	400	82	8,20	15,3	12
Área tratamiento	8	17	n/a	5,0	20,0	8	1,2	1000	131,2	6,56	0	16
Salas de espera	8	17	n/a	12,5	0,8	5	0,9	200	82	102,50	0	14
Consultas	8	17	n/a	33,3	3,0	5	0,9	300	82	27,33	15,3	9

Capítulo 2: Marco teórico

De igual manera lo define Los Términos de Referencia Estandarizados (TDRe), con una tasa mínima de ventilación para las salas de espera en edificios de salud de 0,9l/s por metro cuadrado (ver tabla 4).

Tabla 4: Rangos mínimos de ventilación en edificios de salud.

Tipo de recinto	Índice de aire exterior por persona l/s-persona	Índice de aire exterior por Área l/s·m ²
Salas de pacientes	5,0	0,9
Salas de espera	5,0	0,9
Pasillos/Espacios de circulación	3,0	0,4
Sala de enfermeras	5,0	0,9
Sala de tratamiento	8,0	1,2
Sala de recuperación	8,0	1,2
Sala de aislamiento	8,0	1,2
Pabellones quirúrgicos	8,0	1,2

Fuente: ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 2010

Estas dos últimas tablas, presentan las mismas exigencias en l/s por persona y l/s por m², puesto que ambas están basadas en la normativa ASHRAE la primera en la 62-1 (Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior), y la segunda en la 90.1 (Estándar energético para edificios Excepto de poca altura Edificios residenciales).

2.3.2 Carga ocupación

Al revisar los factores más relevantes sobre las infecciones relacionadas con la atención de salud, se observó que la infraestructura era uno de los puntos relevantes, por el hecho generar aglomeraciones de ocupantes, al no constar con la superficie adecuada para albergar a todos los pacientes que recurren al lugar. En nuestro país, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, establece el requisito de 0,8m² de superficie por persona de carga de ocupación para salas de espera en destinos de salud, ya sean consultorios o policlínicos (OGUC, 2017), a diferencia de las Guías de hospitales de mediana complejidad la cual es un poco más exigente, puesto que, en la sección de Criterios de Partido General y Anteproyecto de Arquitectura, menciona que su estándar de dimensionamiento es de aproximadamente 1,0 m² /persona en las salas de espera (Farmacia et al., 2019).

Capítulo 2: Marco teórico

En la Guía provisional de la OMS, en el resumen de las recomendaciones para el control de infecciones habla que se debe mantener una separación espacial de por lo menos 1 metro entre el paciente infectado y los otros pacientes (Organización Mundial de la Salud, 2007). Como no existe la certeza de la enfermedad de cada paciente, es mejor considerar siempre la opción más desfavorable, por lo tanto, si lo contrastamos con los estándares de la Guía de hospitales de mediana complejidad, cumpliría con las medidas de control.

Sin embargo, si lo comparamos con la ordenanza, esta estaría por debajo del metro cuadrado por persona. Lo interesante de esto es, si las salas de espera cumplieran con las dimensiones exigidas, ¿Por qué sigue existiendo el problema de hacinamiento en estas? Es un tema sumamente complejo, porque considera múltiples variables, la Guías de hospitales de mediana complejidad dice que no es posible prever con exactitud el flujo de llegada de pacientes a la unidad de urgencia, ni las condiciones clínicas en que se encuentran los mismos, por lo que el tiempo de espera puede ser variable (aunque el selector de demanda adecuará la preferencia de atención de los pacientes según su gravedad). Además, justifica la prioridad de las condiciones de confort, éstas deben ser óptimas, como la ventilación y la luz natural, considerando en el diseño elementos que contribuyan a disminuir los niveles de ansiedad que presenta el paciente y sus familiares.

Dentro de todo el contexto de carga de ocupación, el tiempo de espera es un factor importante, porque es una de las razones porque que se acumula una gran cantidad de personas. El Departamento de participación ciudadana publico los “Resultados Encuesta Satisfacción Usuaría en Red Asistencial Servicio de Salud Bio-Bio – JULIO 2012” en el ítem de atención de urgencia, en el punto 4.2 relacionado con la satisfacción del tiempo de espera para ingresar a box de atención fue la peor evaluada, con una puntuación de un 32% de 100% (Asencio Fernández & Jara Rivera, 2013). De este resultado se pueden inferir varios supuestos, uno es que los largos tiempos de espera se deben a los tratamientos complejos de cada paciente toman un tiempo mayor, o que existe una gran demanda en atención médica, generando largos tiempos de espera.

Otra medida que pudiese ser efectiva es reducir el número de acompañantes por paciente, idealmente debiese ser solo un acompañante, sin embargo, en muchos casos esto no ocurre.

Esta investigación no resolverá los problemas del flujo de personas que acuden a estos centros asistenciales, pero si se enfocará en evaluar y proponer mejoras en cuanto a las condiciones durante el tiempo de espera, como es la calidad del aire interior.

3 Área de estudio

3.1 Sistema de salud en Chile

El sistema de salud en Chile, cuenta con una red de servicios asistenciales que se distribuyen por todo el país, de los cuales pueden ser públicos o privados. El sector público está formado por todos los organismos que constituyen el Sistema Nacional de Servicios de Salud y cubre aproximadamente el 76,3% de los chilenos pertenece a FONASA; y el sector privado por el 18,2% correspondiente a ISAPRE; y el restante 5,5% corresponde a población cubierta por el sistema de salud de las Fuerzas Armadas (aprox. 3%) y a población no asegurada (OMS, 2017). Esta investigación se centró principalmente en los establecimientos del sistema de salud público, dado su alto porcentaje de población que recurre a ellos. De ellos, se subdividen según el grado de complejidad, existe la atención primaria, atención secundaria y atención terciaria.

La Atención Terciaria está constituida por los establecimientos hospitalarios, en ellos se realizan actividades de alta complejidad, aunque también tienen funciones del nivel secundario.

La Atención Secundaria, en tanto, corresponde a los establecimientos que brindan atención ambulatoria y sólo a pacientes que hayan sido derivados desde el nivel primario o tras consultar las Unidades de Emergencia, cuando el profesional de la salud ha determinado que requiere atención de mayor complejidad, como lo son los Consultorios adosados de especialidades (CAE), los Centro de Diagnóstico Terapéutico (CDT), y los Centros de Referencia de Salud (CRS). También, esta atención puede ser entregada por algunos hospitales.

Y la Atención Primaria está enfocada en la etapa preventiva, es decir, anticipándose a la enfermedad, centrado en las personas, su familia y la comunidad, es el primer acercamiento con el sistema de salud público, brindando una atención ambulatoria.

En la tabla 5, se presentan la cantidad de atenciones entregadas por establecimientos primarios, secundarios y terciarios de nuestro país desglosado por regiones.

Capítulo 4: Casos de estudio

Tabla 5: Atenciones de Urgencia en establecimientos primarios y terciarios por región.

	TIPO DE ESTABLECIMIENTO									
	HOSPITAL		SAPU		SAR		SUR		CEAR	
REGIÓN	Cantidad	Atenciones	Cantidad	Atenciones	Cantidad	Atenciones	Cantidad	Atenciones	Cantidad	Atenciones
ARICA Y PARINACOTA	1	79.239	1	28.618	1	36.679	1	560	-	-
TARAPACÁ	1	69.805	10	166.636	1	31.276	6	15.886	4	12.227
ANTOFAGASTA	5	144.847	14	136.780	2	35.461	5	4.220	-	-
ATACAMA	5	132.642	16	63.993	-	-	4	26.636	-	-
COQUIMBO	9	213.135	26	146.399	4	84.866	5	9.315	-	-
VALPARAISO	19	494.740	31	469.141	1	22.223	4	24.263	4	16.528
METROPOLITANA	27	1.039.662	145	2.052.975	16	639.072	5	45.294	1	1.950
LIBERTADOR B. OHIGGINS	15	349.832	28	100.549	5	122.997	15	136.308	-	-
DEL MAULE	13	383.127	17	141.671	10	304.303	28	102.548	1	10.489
ÑUBLE	7	10.489	8	46.044	2	49.099	15	5.882	-	-
BIO BIO	23	646.416	41	317.790	15	401.385	7	8.294	-	-
ARAUCANIA	22	340.033	18	44.502	7	134.354	1	1.147	-	-
LOS RIOS	9	180219	18	63600	2	59433	6	22556	-	-
LOS LAGOS	20	353766	22	184248	2	43744	9	44446	1	713
AYSEN	5	76301	1	3656	-	-	-	-	-	-
MAGALLANES	4	91505	3	26149	-	-	-	-	-	-
TOTAL ATENCIONES		4.605.758		3.992.751		1.964.892		447.355		41.907
		4.605.758				6.446.905				

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del Departamento de Estadísticas e Información de la Salud, de atenciones durante el año 2020.

En la tabla 5 podemos observar que las **atenciones de establecimientos primarios** (SAPU, SAR, SUR y CEAR con 6.446.905) **son superiores a las atenciones terciarias de alta complejidad** (Hospitales con 4.605.758), repitiéndose en la mayoría de las regiones. Es importante mencionar, que en esta tabla los centros de salud familiar (CESFAM) están considerados en las atenciones de SAPU, ya que, forman parte de los CESFAM, considerados como atención de urgencia. En cuanto, a los hospitales se consideran como atención secundaria y terciaria.

De estas categorías, para la investigación, nos focalizaremos en la atención primaria por arrojar la mayor demanda. Entre los centros de salud primaria están:

Capítulo 4: Casos de estudio

- **Centros de Salud (CES):** Proporcionan cuidados básicos en salud, con acciones de promoción, prevención, curación, tratamiento, cuidados domiciliarios y rehabilitación de la salud; y atienden en forma ambulatoria.
- **Centros de Salud Familiar (CESFAM):** Proporcionan cuidados básicos en salud, con acciones de promoción, prevención, curación, tratamiento, cuidados domiciliarios y rehabilitación de la salud; y atienden en forma ambulatoria, pero se trabaja bajo el Modelo de Salud Integral con Enfoque Familiar y Comunitario, y por tanto, se da más énfasis a la prevención y promoción de salud, se centra en las familias y la comunidad, da importancia a la participación comunitaria, trabaja con un equipo de salud de cabecera que atiende a toda la familia en salud y enfermedad durante todo el ciclo vital.
- **Centros Comunitarios de Salud Familiar (CECOSF):** Centro Comunitario de Salud Familiar, tiene por finalidad mejorar la salud de las personas en su territorio, planificando participativamente, realizando acciones basadas en el diagnóstico, planificación y evaluación con participación basándose en el Modelo de Salud Familiar y Comunitario, que permita generar respuesta de salud inclusivas, pertinentes con las necesidades sentidas y expresadas por la comunidad.
- **Postas Salud Rurales (PSR):** Brinda atención que cubre las necesidades de salud de sectores de población rural. Preferentemente de fomento y protección de la salud, promoción, prevención, trabajo comunitario en salud y a su vez, recepción y atención de problemas de salud, derivando a otros establecimientos de la red las situaciones que no pueden ser resueltas en ese nivel y las urgencias que presentan los habitantes de la localidad.
- **Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU):** Servicio de Atención Primaria de Urgencias, es un componente de la Red de Urgencias. Atiende Urgencias de baja complejidad. Depende, en forma técnica y administrativa de un CESFAM y su horario de atención es complementario al funcionamiento de dicho establecimiento, y atienden en horarios no hábiles.
- **Servicio Alta Resolutividad (SAR):** Servicio de Atención Primaria de Urgencias de Alta Resolución, es un componente de la Red de Urgencias, similar al SAPU pero con mayor capacidad Resolutiva, dado por tener camillas de observación y toma de exámenes de apoyo diagnóstico. Atiende Urgencias de baja complejidad. Depende, en forma técnica y administrativa de un CESFAM y su

Capítulo 4: Casos de estudio

horario de atención es complementario al funcionamiento de dicho establecimiento. Funciona en horarios no hábiles las 24 horas.

- Centros de Rehabilitación Comunal (CRC): colaborar con la participación en comunidad de las personas en situación de discapacidad, a través de un modelo de rehabilitación integral, de salud familiar y comunitaria, mediante un equipo de profesionales orientados a brindar una atención de excelencia.
- Consultorio de Salud Mental (COSAM): se define como un establecimiento de atención ambulatoria, dedicado al área de salud mental y psiquiatría, que apoya y complementa a los consultorios de la comuna en la cual funciona. El COSAM surge como un centro de salud mental familiar de nivel de complejidad secundaria que permite dar respuesta de especialidad de manera ambulatoria a los usuarios de una comuna con presencia de patología de salud mental, así como apoyo, educación y orientación a sus familiares y cuidadores.
- Unidad de Atención Primaria Oftalmológica (UAPO): entrega una solución rápida a las necesidades de atención oftalmológicas de la población y disminuye las listas de espera en el área de oftalmología. Es derivado por un médico de atención primaria, luego de una evaluación previa emite una interconsulta para atenderse en la UAPO.
- Servicio de Urgencia Rural (SUR): Componente de la Red de Urgencias, atiende Urgencias de baja complejidad. Depende, en forma técnica y administrativa de un CESFAM y su horario de atención es complementario al funcionamiento de dicho establecimiento. La atención que brinda es en horario no hábil las 24 horas.
- Centros Exclusivos de Atención Respiratoria (CEAR): Este tipo de centros de salud exclusivos para cuadros respiratorios, surge como estrategia frente a la pandemia del COVID-19, que busca minimizar el riesgo de contacto en establecimientos de salud, entre personas con cuadros respiratorios, con frecuencia creciente COVID positivo, de otro grupo de usuarios sin cuadros respiratorios y que requieren atención presencial de salud debido a otras situaciones, y por consiguiente menor morbimortalidad. Forma parte de un CESFAM, y en algunos casos, de un hospital.

Capítulo 4: Casos de estudio

Cabe mencionar que áreas de los servicios de urgencia (SAPU, SAR, SUR Y CEAR) la mayoría de los casos forman parte de un Cesfam, es decir, están incorporados en su edificación. Sin embargo, en otros casos tienen una edificación aparte del Cesfam que lo administra. En el caso de que el Cesfam cuente con un servicio de urgencia, se utilizará ésta sala de espera para el estudio.

3.2 Condiciones del área de estudio

Habiendo revisado las redes asistenciales de salud, y seleccionado las salas de espera de urgencias de los Cesfam, se define el área de estudio de acuerdo a potenciales de ventilación como criterio de selección, revisando algunas ciudades de nuestro país. Dentro de los parámetros se consideraron las temperaturas (máximas, mínimas y medias), y la dirección y velocidad del viento, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 6: Datos climáticos de algunas localidades de Chile. Antecedentes respecto del potencial para refrigerar y ventilar que ofrece el ambiente natural de las localidades y principios de ventilación mas recomendados: alto (A); mediano (M) y bajo (B).

Ciudad Estación	Parámetros climáticos	Enero	Junio	M e d i a Anual	Potencial de la Ventilación		
					Efecto viento	Efecto stack	Enfriamiento
Iquique Diego Aracena	T. media máxima, °C	24,9	19,0	21,3	M	B	B
	T. media mín. °C	17,6	13,5	15,1			
	T. media, °C	21,1	15,9	18,0			
	Direc. y Vel.media, m/s	SW 3,1	SW 3,1	SW 3,1			
	Rad.Glob. mensual,MJ/m²	727,8	313,6	6240,4			
Copiapó Chamonte	T. media máxima, °C	28,1	20,0	23,9	A	M	B
	T. media mínima, °C	13,3	5,9	9,3			
	T. media, °C	19,6	11,4	15,2			
	Direc. y Vel.media, m/s	W 6,2	W 4,1	W 5,1			
	Rad. Glob. mensual,MJ/m²	761,9	314,1	6702,0			
Santiago Quinta Normal	T. media máxima, °C	29,7	15,2	22,5	B	M	B
	T. media mínima, °C	13,0	4,3	8,3			
	T. media, °C	20,9	8,5	14,4			
	Direc. y vel.media, m/s	SW 2,6	Calma	SW 2,1			
	Rad. Glob. mensual,WJ/m²	715,1	142,3	5062,0			
Concepción Carriel Sur	T. media máxima, °C	22,8	13,4	17,7	A	A	A
	T. media mínima, °C	10,5	6,2	7,7			
	T. media, °C	16,3	9,2	12,2			
	Direc. y vel.media, m/s	SW 7,7	N 8,2	SW 6,7			
	Rad. Glob. mensual,WJ/m²	761,8	142,1	5422,9			
Punta Arenas Pdte. Ibáñez	T. media máxima, °C	14,7	4,2	9,7	A	A	A
	T. media mínima, °C	6,5	-0,7	2,8			
	T. media, °C	10,5	1,5	5,9			
	Direc. y vel.media, m/s	W 9,3	W 6,7	W 8,2			
	Rad. Glob. mensual,MJ/m²	575,3	47,1	3634,9			

[Fuente: Elaboración propia con datos de la NCh1079.Of 2008]

Capítulo 4: Casos de estudio

De acuerdo con los datos climáticos de las localidades de Chile (tabla 6) las ciudades con un mayor potencial de ventilación son Concepción y Punta Arenas. Sin embargo, se decide trabajar en la ciudad de Concepción, ya que, Punta Arenas presenta bajas temperaturas la mayor parte del año (T° media máxima $9,7^{\circ}\text{C}$ y media mínima $2,8^{\circ}\text{C}$ anuales), por lo que el principio de ventilación por refrigeración (a pesar de funcionar muy bien en la localidad) no se puede aplicar por sus bajas temperaturas. En cambio, en el Gran Concepción los tres principios de ventilación (por efecto del viento, stack y enfriamiento) son aplicables, ya que la ventilación por refrigeración se puede utilizar en temporadas de verano.

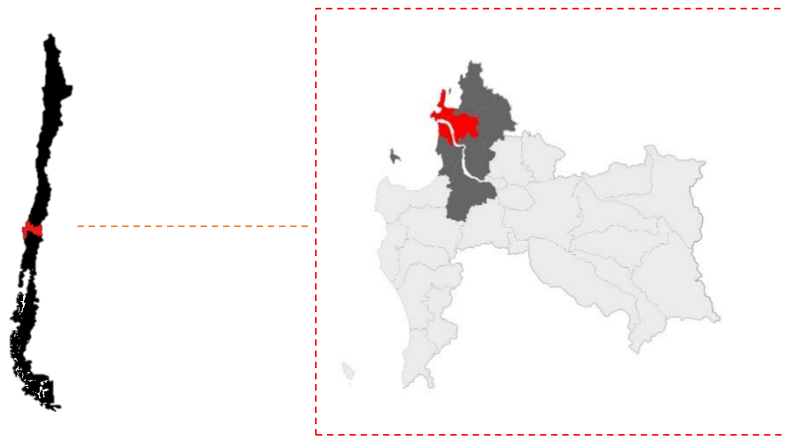


Figura3: VIII Región del Bío-Bío, con sus respectivas ciudades y comunas destacadas en rojo, que abordará la investigación (Talcahuano, Hualpén, Concepción, Chiguayante y San Pedro)

De los argumentos antes mencionados, cabe destacar que Concepción es la tercera intercomuna más poblada de Chile, después de Santiago y Valparaíso; y además se encuentra en la región con más centros de salud después de la región Metropolitana (ver tabla 5). Lo que la convierte en una ciudad de estudio relevante, puesto que las atenciones médicas abarcan a una gran población.

Se decide considerar también las ciudades más próximas a Concepción, y viales para la investigación como Talcahuano, Hualpén, Chiguayante y San Pedro, para tener un mayor alcance de salas de espera en centros de salud, y de esta forma entregar resultados más representativos.

Según la fuente de datos climáticos EnergyPlus weather Data para Chile, Concepción es una ciudad costera con clima mediterráneo y una breve estación seca en verano. Las temperaturas medias mensuales son siempre mayores a 10°C y menores a 20°C . Las oscilaciones térmicas son moderadas con veranos templados con medias de $22,8^{\circ}\text{C}$ e inviernos suaves con mínimas medias de $5,6^{\circ}\text{C}$ (ver

Capítulo 4: Casos de estudio

tabla 7). El clima de la ciudad se caracteriza por una alta humedad relativa que promedia anualmente 82% y que concentra los niveles más altos de humedad ambiental entre los meses de abril y septiembre.

Tabla 7: Valores de temperatura para la ciudad de Concepción, considerando la temperatura promedio mensual (T Promedio), y rangos de confort (R. Confort).

TEMPERATURA												
HORA	MES											
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2	13,1	13,1	12,4	10,8	9,8	8,295	8,0	8,6	8,6	9,7	10,9	12,6
4	12,3	11,9	11,6	10,3	9,6	7,9	7,8	8,3	8,0	9,1	10,2	11,9
6	11,6	11,1	10,6	9,8	9,2	7,9	7,3	7,9	7,7	8,3	9,6	11,2
8	13,7	12,2	10,6	9,6	9,0	7,9	7,1	7,8	7,6	9,5	11,6	13,6
10	18,4	16,9	15,1	12,3	10,4	9,1	8,2	9,2	10,3	13,0	15,2	17,1
12	20,9	19,9	19,1	15,6	13,1	10,8	10,1	11,9	12,9	15,0	16,9	19,3
14	22,1	21,6	20,7	17,1	14,4	12,4	11,6	13,0	13,9	16,1	18,0	20,4
16	22,3	22,2	20,8	17,1	14,5	12,9	12,3	13,3	14,0	16,3	18,0	20,5
18	21,1	21,2	19,2	15,8	13,0	11,7	11,4	12,4	13,3	15,4	17,0	19,3
20	18,6	18,4	16,3	13,6	11,5	9,9	9,7	10,7	11,5	13,2	14,8	17,5
22	15,8	15,8	14,8	12,2	10,6	9,2	8,8	9,7	10,3	11,6	13,1	15,2
24	14,2	14,2	13,4	11,4	10,0	8,6	8,3	8,8	9,5	10,6	11,9	12,7
T Promedio	17,0	16,6	11,2	13,2	13,3	12,4	11,8	11,5	11,4	11,5	11,8	12,2
R. Confort	20,4-25,4	20,2-25,2	18,6-23,6	19,2-24,2	19,2-24,2	18,9-23,9	18,7-23,7	18,7-23,7	18,6-23,6	18,7-23,7	18,8-23,8	18,9-23,9

Fuente: Datos climáticos EnergyPlus weather Data para Chile.

Según la clasificación de Köppen, Concepción corresponde a un clima Csb2 Oceánico mediterráneo con verano suave, y de acuerdo a la norma NCh1079Of.2008, esta localidad se encuentra dentro de la Zona Climático Habitacional llamada “Sur Litoral”.

En cuanto a los vientos, los predominantes en invierno provienen del norte principalmente (ver figura 4), y son los que presentan las mayores velocidades. En cambio, en los meses de octubre a diciembre, los predominantes vienen desde el suroeste.

Capítulo 4: Casos de estudio

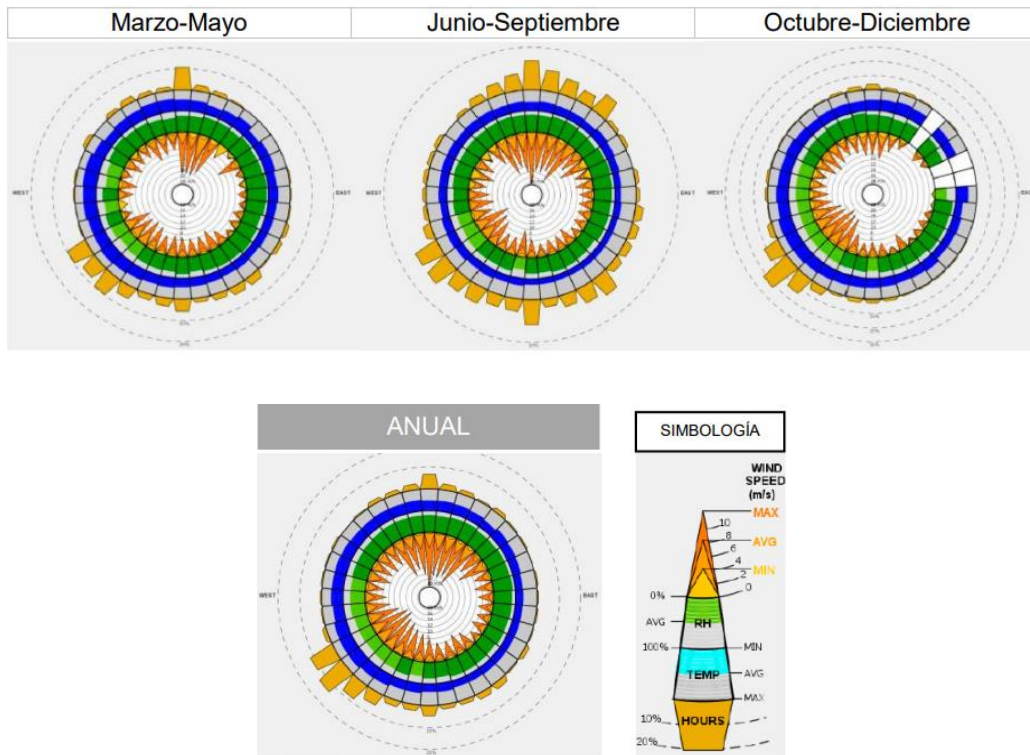


Figura 4: Rosa de los vientos en la ciudad de Concepción, datos de Climate Consultant

Las velocidades en Concepción son considerables, y permiten utilizarlo como motor para ventilación natural (ver tabla 8). Generalmente se considera que velocidades de viento sobre los 2,5 m/s permiten generar ventilación por velocidad de viento.

Tabla 8: Velocidades del viento media (m/s), para la ciudad de Concepción

VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIA												
HORA	MES											
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2	2,4	2,6	1,8	1,9	2,8	2,8	3,4	3,7	3,1	2,4	2,9	2,7
4	1,8	2,2	1,6	1,5	2,7	3,0	3,4	3,7	2,7	2,0	2,5	2,2
6	1,7	2,0	1,4	1,5	2,6	3,1	3,2	3,5	3,0	1,8	2,2	1,6
8	1,9	2,1	1,4	1,3	2,5	3,0	3,4	3,7	2,8	2,2	2,3	2,0
10	3,4	3,3	2,7	2,1	2,8	2,8	3,7	3,8	3,1	3,3	3,7	3,6
12	5,6	4,9	4,0	3,2	3,0	3,6	4,5	4,7	4,6	4,7	5,6	5,2
14	6,8	6,4	4,8	4,9	4,1	3,9	4,7	5,7	5,8	5,6	6,8	6,4
16	7,7	7,6	5,7	5,4	4,3	4,4	5,4	5,9	6,3	5,8	7,6	6,9
18	7,5	7,7	5,5	5,0	3,9	3,6	4,6	5,8	5,8	5,7	7,6	6,7
20	6,2	6,6	4,3	3,8	2,9	2,8	3,5	4,1	4,4	4,0	6,3	5,7
22	4,0	4,8	3,1	2,6	2,5	2,7	3,4	3,9	3,6	2,8	4,9	3,8
24	2,8	3,5	2,3	2,6	2,6	3,2	3,8	3,5	2,9	2,6	3,7	2,7
H Promedio	4,3	4,5	1,8	3,0	3,1	3,1	3,3	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7

Fuente: Datos climáticos EnergyPlus weather Data para Chile.

Capítulo 4: Casos de estudio

En su mayoría la ciudad de Concepción mantiene en promedio la velocidad del viento cerca de 3,5m/s. Todos los tonos verdes más oscuros significan que poseen una velocidad del viento de igual o mayor que 2,5m/s, puesto que se considera que estas velocidades permiten generar ventilación por velocidad de viento.

Es necesario considerar para cualquier cálculo de ventilación que los datos presentados fueron extraídos de estaciones meteorológicas ubicadas fuera de la ciudad, ya que generalmente las estaciones meteorológicas se encuentran en espacios abiertos sin obstrucciones. Esto implica que la velocidad del viento sea mayor que en un escenario urbano, donde la rigurosidad del terreno es mayor, lo que en consecuencia reduce la velocidad del viento (ver figura 5).

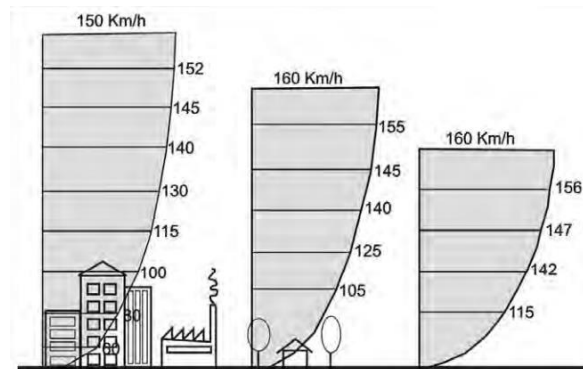


Figura 5: Velocidades de vientos en altura según rigurosidad del terreno. Fuente: Manual de arquitectura bioclimática y sustentable.

4 Casos de estudio

De las ciudades escogidas para el estudio, primeramente, se debe realizar una recopilación de todos los centros de salud en salas de espera, de urgencias idealmente. En la siguiente tabla se presentan todos los Cesfam, SAR y SAPU que posee cada una de las comunas, los que están destacados en **negrita** son aquellos que se analizarán.

Tabla 9: Centros de salud de las comunas a estudiar.

Talcahuano	Hualpén	Concepción	Chiguayante	San Pedro
Cesfam Paulina Avendaño	SAR Hualpencillo	Cesfam Juan Soto Fernández	Cesfam Leonera	Cesfam San Pedro
Cesfam Leocan Portus	Cesfam Talcahuano sur	Cesfam Villa Nonguen	Cesfam Chiguayante	Cesfam Boca Sur
SAR Los Cerros	SAR La Floresta	Cesfam O'higgins	Cesfam Pinares	Cesfam Lomas Coloradas
SAR San Vicente	SAPU Talcahuano sur	Cesfam Víctor Manuel Fernández	Cesfam Valle de la Piedra	Cesfam San Pedro de la Costa
Posta de Tumbes		Cesfam Santa Sabina		
		Cesfam Lorenzo Arenas		
		Cesfam Pedro de Valdivia		
		SAR Tucapel		



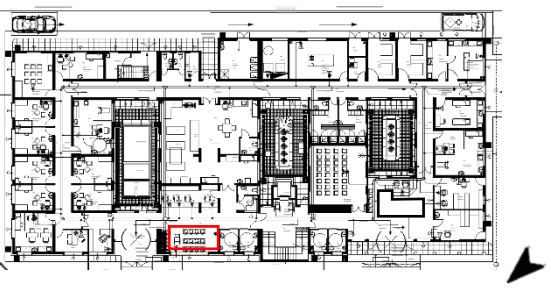
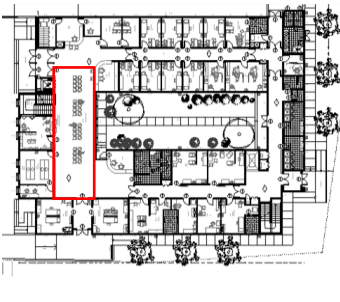
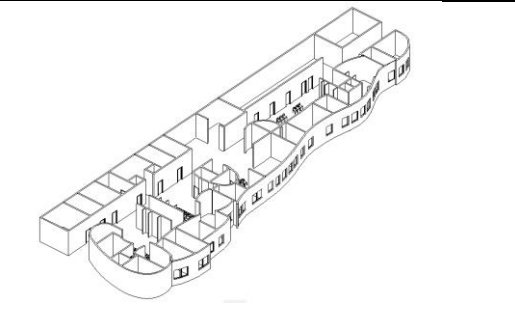
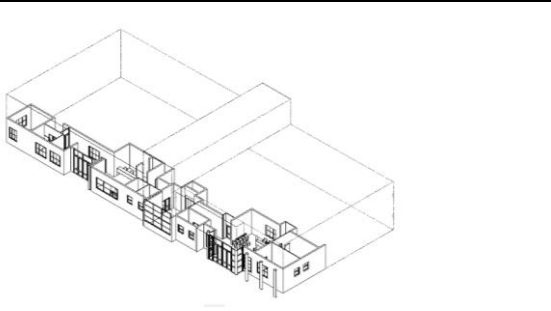
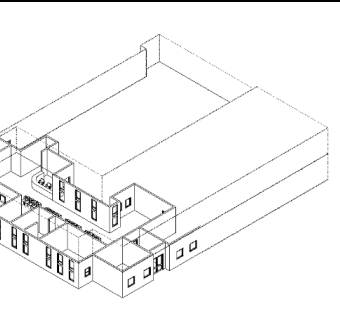
Figura 6: Mapa intercomunal de los Centros de salud

De cada comuna/ciudad se analizarán aquellos Cesfam de los cuales se pudieron obtener mayor información planimétrica, fundamental para poder realizar el análisis arquitectónico y de ventilación. Por lo tanto, serán 12 centros de salud a analizar de los cuales cinco pertenecen a la ciudad de Concepción, dos a Chiguayante, uno a Hualpén, tres a Talcahuano y dos a San Pedro, los cuales están indicados en **negrita** en la tabla 9, e identificar en el mapa intercomunal en rojo los Cesfam seleccionados y en negro aquellos que no se estudiarán por la falta de información. (ver figura 6).

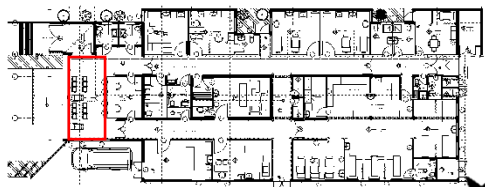
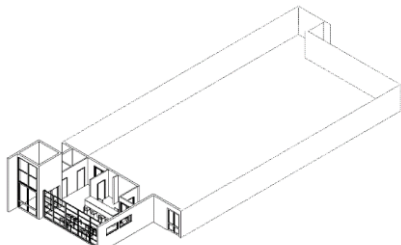
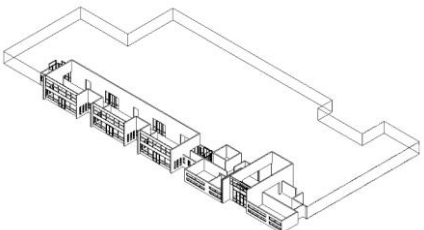
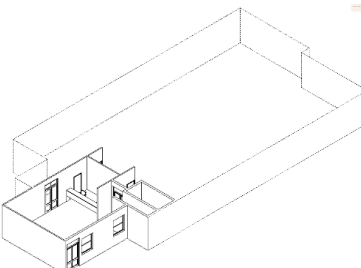
4.1 Levantamiento salas de espera

A continuación, se presenta un cuadro con todas las salas de espera, con una breve descripción de la comuna a la que pertenecen, volumetría, año de construcción y población inscrita, junto con las principales características de cada una de ellas. La sala de espera esta contorneada en línea roja para identificarla de forma más rápido dentro del plano.

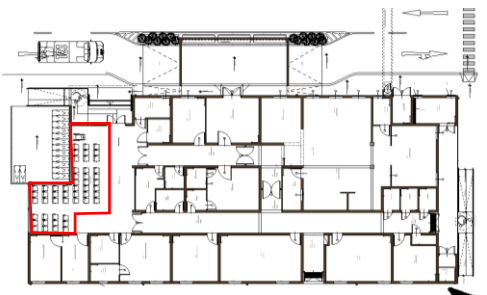
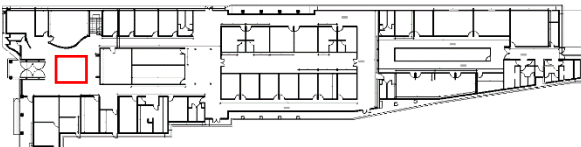
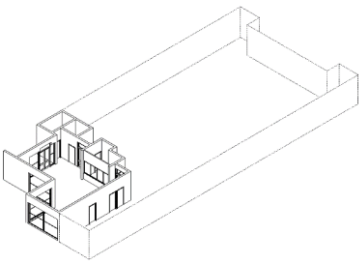
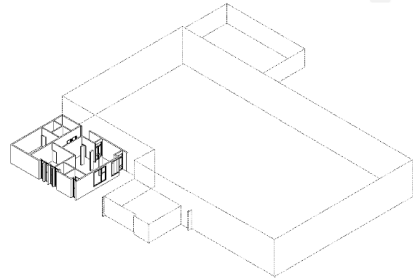
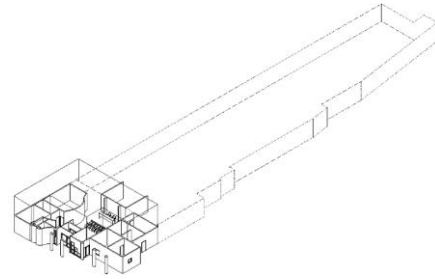
Capítulo 4: Casos de estudio

CESFAM JUAN SOTO FERNANDEZ	CESFAM LORENZO ARENAS	CESFAM PEDRO DE VALDIVIA
PLANTA ARQUITECTURA		
		
AXONOMÉTRICA SALA DE ESPERA Y PROYECCIÓN CESFAM		
		
INFORMACIÓN GENERAL		
Ubicación: Avenida Zañartu 850, Concepción, Bío Bío. Año de construcción: 2006 Población inscrita: 14.844 usuarios Superficie total: 2.000 m² app (Dos niveles)	Ubicación: Avenida Zañartu 850, Concepción, Bío Bío. Año de construcción: 2017 Población inscrita: 21.260 usuarios Superficie total: 2.349 m² (Dos niveles)	Ubicación: Las Canchas 56, Concepción, Bío Bío. Año de construcción: 2018 Población inscrita: 9.971 usuarios Superficie total: 1.930 m² (Dos niveles)
CARACTERÍSTICAS SALA DE ESPERA		
- Sala de espera 1y 3 ubicada en accesos respectivos. -Salas de espera 2 y 4 configurada en espacios residuales que quedan dentro del centro de salud. - Todas las salas de espera presentan doble altura. -Ventilación natural cruzada y por efecto stack, por medio de aberturas superiores (en segundo nivel).	- Sala de espera ubicada en acceso del centro de salud, y en pasillo. -No presentan doble altura. -Ventilación natural cruzada, en sala 1 por medio de puerta de acceso y patio interior. Y ventilación natural en una sola fachada en sala de espera 2.	- Sala de espera ubicada en acceso, forma parte del pasillo. - No presenta doble altura. - Ventilación natural cruzada por medio de puerta de acceso y ventanas que conectan con el patio interior. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.

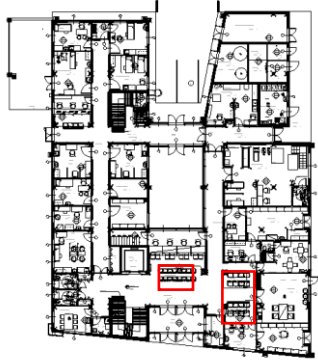
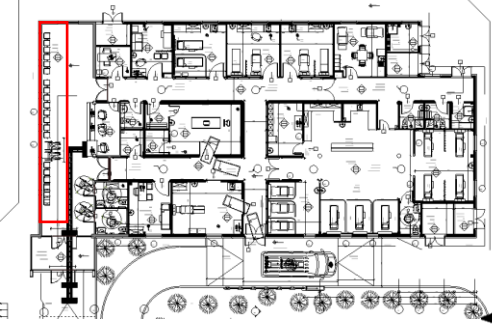
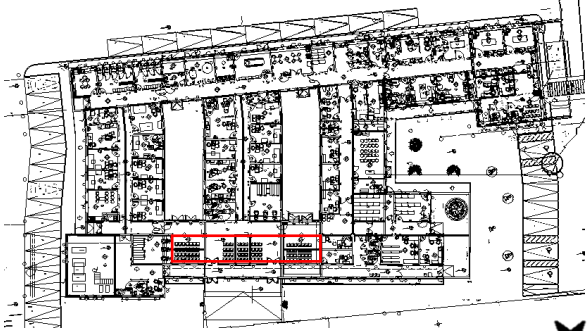
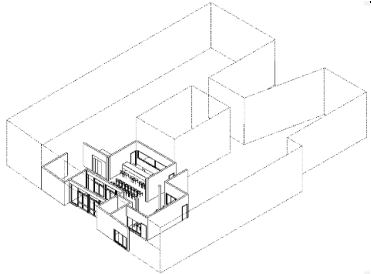
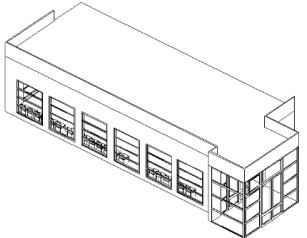
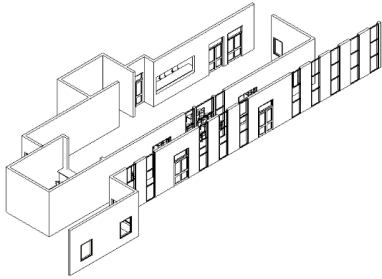
Capítulo 4: Casos de estudio

SAR TUCAPEL	CESFAM PAULINA AVENDAÑO	SAR TALCAHUANO
PLANTA ARQUITECTURA		
		
AXONOMÉTRICA SALA DE ESPERA Y PROYECCIÓN CESFAM		
		
INFORMACIÓN GENERAL		
Ubicación: Ejercito 1059, Concepción, Bío Bío. Año de construcción: 2017 Población inscrita: 28.825 usuarios Superficie total: 498m ² (Un nivel)	Ubicación: Carlos Dittborn 4100, Talcahuano, Bío Bío. Año de construcción: 2014 Población inscrita: 45.098 usuarios Superficie total: 3.721m ² (Un nivel)	Ubicación: Calle Brasil 360, San Vicente, Talcahuano. Año de construcción: 2018 Población inscrita: 28.818 usuarios Superficie total: 828 m ² (Un nivel)
CARACTERÍSTICAS SALA DE ESPERA		
Esta edificación se encuentra adyacente al actual Cesfam Tucapel. - Sala de espera ubicada en el acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural cruzada mediante puerta de acceso y ventana lateral. En muro cortina no existen aberturas. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.	- Sala de espera 1 ubicada en acceso, y salas de espera siguientes a lo largo del pasillo principal. - Todas las salas de espera presentan doble altura. - Ventilación natural cruzada por medio de puerta de acceso y ventanas. En caso de la sala de espera 1, ventanas conectan a patio interior. A pesar, de todas presentar doble altura, no existen aberturas en ventanas superiores, por lo tanto, no se genera ventilación por efecto stack. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.	Esta edificación se encuentra adyacente al actual Cesfam San Vicente. - Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural por medio de puerta de acceso y ventanas ubicadas en el mismo lado, es decir, posee ventilación por una sola fachada.

Capítulo 4: Casos de estudio

SAR LOS CERROS	SAR HUALPÉN	CESFAM PINARES
PLANTA ARQUITECTURA		
		
AXONOMÉTRICA SALA DE ESPERA Y PROYECCIÓN CESFAM		
		
INFORMACIÓN GENERAL		
Ubicación: Calle San Vicente 1260, Talcahuano, Bío Bío. Año de construcción: 2020 Población inscrita: 40.000 usuarios Superficie total: 651 m ² (Un nivel)	Ubicación: Bulgaria 2845, Hualpén, Bío Bío. Año de construcción: 2019 Población inscrita: 10.000 usuarios Superficie total: 434 m ² (Dos niveles) sala de espera 1	Ubicación: La Marina 1295, Chiguayante, Bío Bío. Año de construcción: 2005 Población inscrita: 17.299 usuarios Superficie total: 3279 m ² (Un nivel)
CARACTERÍSTICAS SALA DE ESPERA		
Construido, pero sin funcionamiento aún. - Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural por una sola fachada, solo por puerta de acceso, ya que, no presenta aberturas en su superficie vidriada.	Esta edificación se encuentra adyacente a CESFAM Hualpencillo. - Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura.- Ventilación natural mediante puerta de acceso y ventana situada en el mismo lado, es decir, posee ventilación por una sola fachada.	- Sala ubicada en acceso. - Con doble altura. - Ventilación natural por puerta de acceso, y por ventanas superiores por efecto stack. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.

Capítulo 4: Casos de estudio

CESFAM VALLE DE LA PIEDRA	SAR BOCA SUR	CESFAM LOMAS COLORADAS
PLANTA ARQUITECTURA		
		
AXONOMÉTRICA SALA DE ESPERA Y PROYECCIÓN CESFAM		
		
INFORMACIÓN GENERAL		
Ubicación: San Martín 3973, Chiguayante, Bío Bío. Año de construcción: 2020 Población inscrita: 14.000 usuarios Superficie total: 1.773 m ² (Dos niveles)	Ubicación: 2ª Transversal 457, San Pedro de la Paz, Bío Bío. Año de construcción: 2020 Población inscrita: 24.651 usuarios Superficie total: 572 m ² (Un nivel)	Ubicación: Los Sauces 56, San Pedro de la Paz, Bío Bío. Año de construcción: 2018 (un nivel) Población inscrita: 16.022 usuarios Superficie total: 1.612 m ² (Un nivel)
CARACTERÍSTICAS SALA DE ESPERA		
Construido, pero sin funcionamiento aún. - Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural cruzada por medio de puerta de acceso y ventanas que conectan con el patio interior. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.	Esta edificación se encuentra adyacente a CESFAM Boca Sur.- Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural cruzada por medio de puerta de acceso y ventanas en dos caras. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.	- Sala de espera ubicada en acceso. - No presenta doble altura. - Ventilación natural cruzada por medio de puerta de acceso y ventanas que conectan con patios interiores. - Posee esclusa entre acceso y sala de espera.

Capítulo 4: Casos de estudio

Tabla 10: Cuadro comparativo de características arquitectónicas de las salas de espera de centros de salud.

Características Arquitectónicas	Cesfam Juan Soto Fernández	Cesfam Lorenzo Arenas	Cesfam Pedro de Valdivia	SAR Tucapel	Cesfam Paulina Avendaño	SAR Talcahuano	SAR Los Cerros	SAR Hualpén	Cesfam Pinares	Cesfam Valle de la Piedra	SAR Boca sur	Cesfam Lomas Coloradas	Porcentaje
Doble altura	•				•				•				25%
Con patio interior		•	•		•				•	•		•	50%
Con esclusa en acceso			•	•	•				•	•	•	•	58%
Ubicado en acceso al Cesfam/SAR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	100%
Ventilación cruzada	•	•	•	•	•				•		•	•	67%
Ventilación por una sola fachada		•			•	•	•	•		•			50%
Ventilación por efecto stack	•								•				17%
Materialidad pesada (hormigón armado)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		92%
Materialidad liviana (Acero galvanizado)												•	8%
Vidrio simple	•		•		•				•				33%
DVH		•		•	•	•	•	•		•	•	•	75%

Fuente: Elaboración propia

Con el levantamiento de la información planimétrica, fue posible reconocer aquellas características que forman parte de las salas de espera, y poder distinguir aquellas que más se repiten.

Capítulo 4: Casos de estudio

Podemos observar que la totalidad de ellas se ubica en el acceso del centro de salud, algunas formando parte del hall de acceso. También se puede observar que la mayoría de estos proyectos de salud están contruidos de hormigón armado (98%) y con ventanas termopanel (75%). Algunas características interesante también es que varios de estos centros constan de una esclusa en el acceso para controlar los cambios de temperatura entre el interior y el exterior.

En resumen, un caso de estudio representativo:

- No presenta doble altura
- Con y sin patio interior (50% y 50%)
- Con esclusa en acceso
- Ubicado en acceso a Cesfam/SAR
- Con ventilación cruzada y por una sola fachada
- Construido con materialidad pesada (Hormigón Armado)
- Ventanas con Doble vidrio Hermético

Aquellos que presentan estos puntos mencionados son el SAR Tucapel y SAR Boca Sur, es decir, son los casos mas representativos.

4.2 Características salas de espera en centros de salud

Para tener una visión completa de las salas de espera en los centros de salud, se entregarán las principales características y exigencias que deben tener estos recintos, basándonos en las “Guías de diseño para Establecimientos de Mediana Complejidad 2019”, en la sección C de “Criterios de Partido General y Anteproyecto de Arquitectura”. Donde para los estándares de dimensionamiento son basados en parámetros de cálculo variables que afectan directamente la cabida y uso de los espacios, para las salas de espera menciona lo siguiente:

“Salas de espera: El dimensionamiento de la sala de espera debe considerar no solo el espacio ocupado por las sillas de espera, sino también el espacio de distribución hacia ellas. Este espacio no puede considerar filas ininterrumpidas de sillas, ni filas pegadas unas con otras, ya que esto no favorece la ocupación. Y aunque la sala de espera se encuentre contigua a una circulación pública de distribución general, y espacialmente constituyan un solo espacio, no puede considerarse la circulación como parte del dimensionamiento de la sala de espera. El estándar de dimensionamiento de salas de espera de boxes de consulta corresponde a una superficie de aproximadamente $1,0 \text{ m}^2$ /persona, obtenido de la estimación de puntos de atención simultáneos abarcados por la sala de espera, para una hora de atención (es decir, 2, 4 o 6 pacientes por hora según la especialidad de que se trate cada box) y por la cantidad de personas estimadas que asisten a la consulta (normalmente 2: el paciente y un acompañante). En el caso de esperas para hospitalización, administración u otras menos masivas, se puede establecer un estándar de aprox. $1,50 \text{ m}^2$ por persona, pensado en un sistema de distribución en bolsones o con mobiliario de mayor tamaño. Algunas situaciones de espera rápida pueden resolverse de pie, con sistema de administración de cola, pero no se recomienda. Siempre será más acogedor una espera sentada, con llamado por sistema de turno.”(Farmacia et al., 2019) .

Estos puntos mencionados, el espacio, las circulaciones y a superficie por persona, son los que nos indicarán si las salas de espera en los casos a estudiar, están de acuerdo a las recomendaciones, y relacionar los cumplimientos con la carga de ocupación declarada y requerimientos de ventilación calculados. Además, este documento nos presenta un anexo que posee fichas de “recintos tipos” como una herramienta guía para el diseño y dimensionamiento, y dentro de ellas existe una para las salas de espera (ver figura 7).

Capítulo 4: Casos de estudio

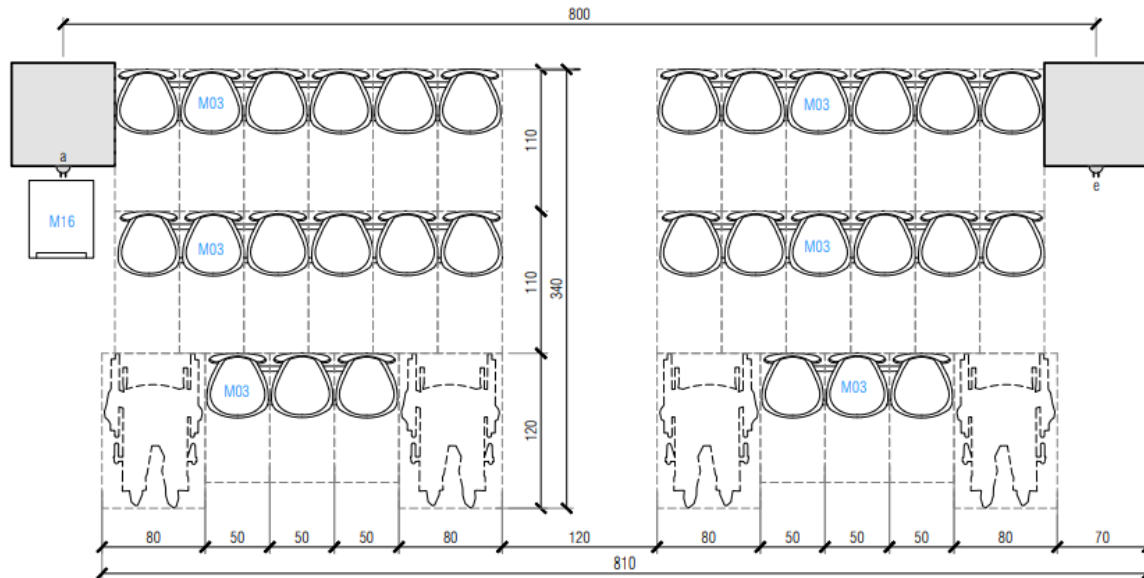


Figura 7: Ficha de recinto tipo para sala de espera público. Fuente Guías de diseño para Establecimientos de Mediana Complejidad 2019.

La Figura 7 muestra una distribución de los asientos recomendada por la guía de diseño, con filas ininterrumpidas cada seis asientos, con una separación mínima de 1,20m para el pasillo. Para los asientos se recomienda 0,5x1,10m; y 0,8x1,10m para aquellos con movilidad reducida. Junto con ello, nos presenta algunos requerimientos de instalaciones, en cuanto a la ventilación define que puede ser mecánica y/o natural y con filtro de aire MERV 7.

También estas guías de diseño tratan temas como la altura de los recintos, según su función dentro de los establecimientos de salud como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11: Medidas recomendadas para distintos elementos de proyecto

ELEMENTO	ALTURA (m) REFERENCIAL	APLICACIÓN
Piso a cielo	3	Pabellones, salas de procedimientos y examen, clínicos en general
	2.7	Oficinas, boxes de consulta, pasillos
	2.4	Estacionamiento subterráneo
Piso a piso	4.2	Pisos administrativos y de hospitalización
	4.5 - 5	Pisos clínicos, ambulatorios, terapéuticos y apoyos

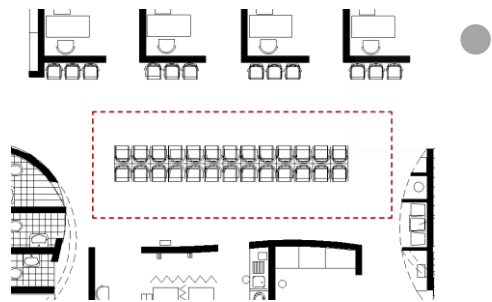
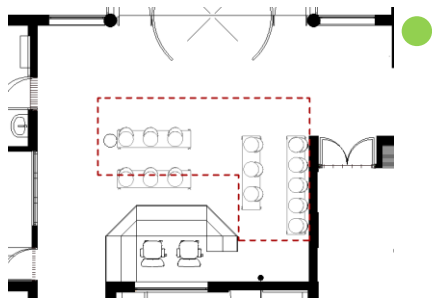
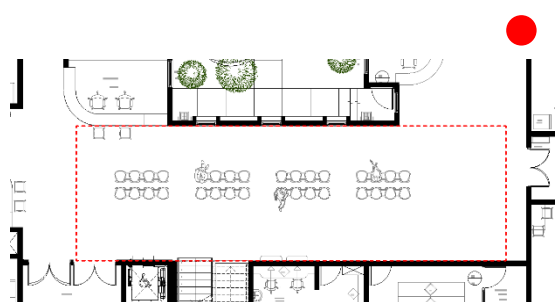
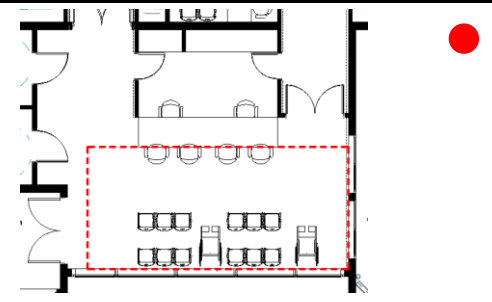
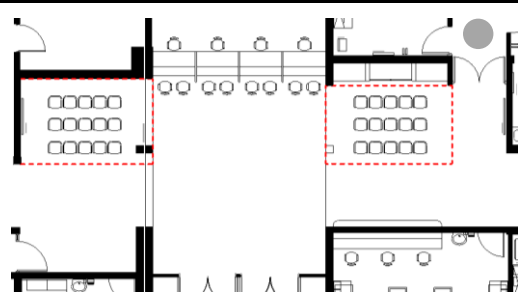
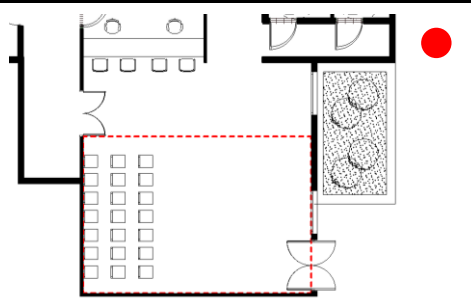
Capítulo 4: Casos de estudio

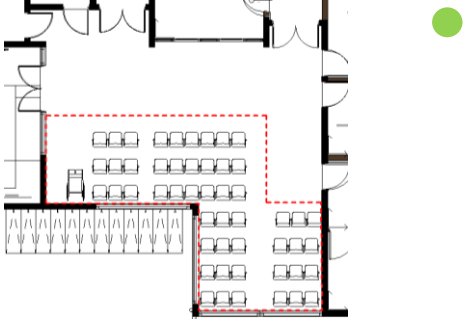
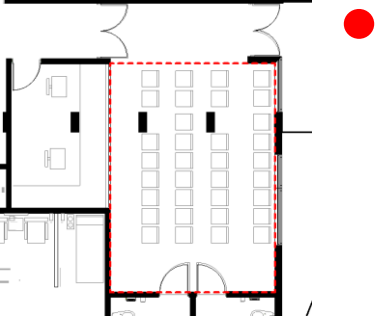
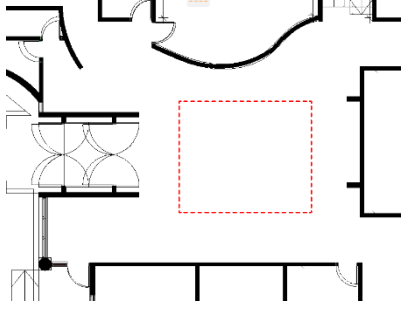
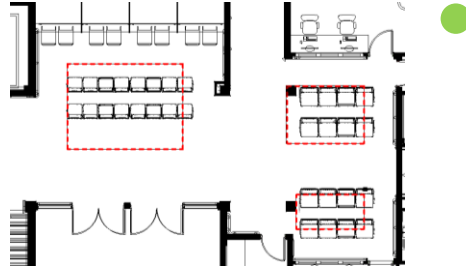
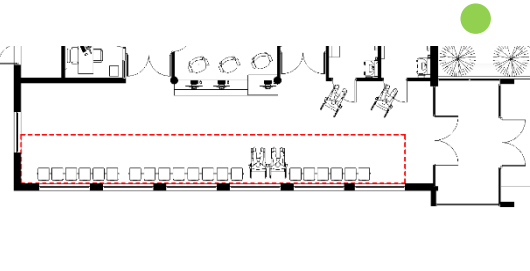
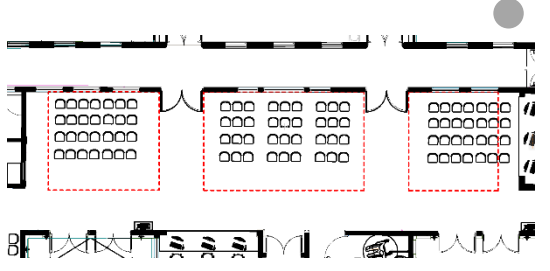
Es decir, como mínimo la altura de piso a cielo debe ser de 2,70m libres, que sea la altura útil para el cálculo de volumen de aire al momento de determinar las renovaciones aire/hora. Sin embargo, no queda explícita la altura para las salas de espera.

4.2.1 Carga de ocupación de las salas de espera en los casos de estudio

Con el levantamiento planimétrico de los casos de estudio, se pudo obtener información arquitectónica de las principales características de cada uno de ellos, entregándonos una visión previa para entender los resultados y requerimientos al momento de analizar la ventilación. Para tener un panorama completo, se verificarán las cargas de ocupación de las salas de espera, con la ordenanza actual chilena de 0,8m²por persona.

Aquellas salas de espera que cumplan correctamente con los dimensionamientos, es decir, no incluir circulaciones ni pasillos, aunque espacialmente constituyan un solo espacio estarán etiquetadas con un círculo verde (●), a diferencia de las que no cumplan que tendrán un círculo rojo (●), y otras con superficie no declarada en los planos con color gris (*).

VERIFICACIÓN CARGA DE OCUPACIÓN (0,8m ² por persona) EN SALAS DE ESPERA		
CESFAM JUAN SOTO FERNANDEZ	CESFAM LORENZO ARENAS	CESFAM PEDRO DE VALDIVIA
		
Superficie declarada en planimetría: No informada Superficie calculada en base a planos: 38,93m² N° de personas según superficie de plano: No informada, calculada según superficie estimada. (49)	Superficie declarada en planimetría: 13,09m² N° de personas según superficie de plano: 17	Superficie declarada en planimetría: 102m² N° de personas según superficie de plano: 128
SAR TUCAPEL	CESFAM PAULINA AVENDAÑO	SAR TALCAHUANO
		
Superficie declarada en planimetría: 22,5m² N° de personas según superficie de plano: 28	Superficie declarada en planimetría: No informada Superficie calculada en base a planos: 23,07m² N° de personas según superficie de plano: No informada, calculada según superficie estimada. (29)	Superficie declarada en planimetría: 37,33m² N° de personas según superficie de plano: 47

VERIFICACIÓN CARGA DE OCUPACIÓN EN SALAS DE ESPERA		
SAR LOS CERROS	SAR HUALPÉN	CESFAM PINARES
		
Superficie declarada en planimetría: 34,24m² N° de personas según superficie de plano: 43	Superficie declarada en planimetría: 33,83m² N° de personas según superficie de plano: 43	Superficie declarada en planimetría: No informada Superficie calculada en base a planos: 25,50m² N° de personas según superficie de plano: No informada, calculada según superficie estimada. (32)
CESFAM VALLE DE LA PIEDRA	SAR BOCA SUR	CESFAM LOMAS COLORADAS
		
Superficie declarada en planimetría: 20,02m² (sumatoria tres zonas de espera). N° de personas según superficie de plano: 26	Superficie declarada en planimetría: 29,00m² N° de personas según superficie de plano: 37	Superficie declarada en planimetría: No informada Superficie calculada en base a planos: 74,53m² N° de personas según superficie de plano: No informada, calculada según superficie estimada. (94)

Capítulo 4: Casos de estudio

A través de la verificación realizada a cada una de las salas de espera, se reiteraban algunos puntos. Cuatro de los Cesfam cumplían correctamente la superficie, ya que no incorporaban las circulaciones; ni espacios de recepción en el cálculo del área. Sin embargo, otros cuatro Cesfam no cuentan con estas consideraciones, sino que, por el contrario, incluyen los pasillos dentro del área destinada a la sala de espera. Y el resto de los cuatro casos, no se declaraba la superficie en la planimetría, por lo que se etiquetaba como No informada.

Estas irregularidades generan una variedad en la carga ocupacional, ya que, si se aumenta la superficie también aumentará la cantidad de personas y, por ende, los requerimientos de ventilación en base a renovaciones de aire/hora. Por lo tanto, es importante que el área a declarar sea exclusiva al espacio destinado para las personas para que el resultado que obtengamos sea verídico y no alterado.

Este análisis realizado fue en base a una carga de ocupación de $0,8\text{m}^2\text{pp}$, exigido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), pero como ya sabemos, las salas de espera se considera como espacios habitables “destinados a la permanencia de personas y que son ocupados al menos 1 hora continua al día” (Nacional et al., n.d.), pero no existe un número preciso de la cantidad de personas que recurren a los centros de salud, se realizan estimaciones de acuerdo a la población inscrita, pero la cantidad en periodos o intervalos de horas es incierto. Esto puede cambiar por la mañana, en la tarde y en la noche; como también variar de acuerdo a la temporada invernal o de verano, es algo relativo.

Por esta razón, es que se decide generar tres escenarios probables, uno en máxima capacidad utilizada, otro donde exista una ocupación menor y un tercero donde la capacidad esté sobrepasada (tomando como supuesto los periodos peak invernales generalmente, donde existe mayor aglomeración de personas dentro del recinto). Estos tres niveles variarán su carga ocupacional, el bajo de $1\text{m}^2\text{pp}$; el medio con $0,8\text{m}^2\text{pp}$ y el alto con $0,6\text{m}^2\text{pp}$. Con ello podemos tener una estimación de cuanto aumentan los requerimientos según la carga ocupacional, pero además se relacionará con las dimensiones del recinto, con la revisión arquitectónica previa, podremos generar algunas conclusiones correlacionando carga ocupacional, forma y requerimientos de ventilación.

4.2.2 Escenarios de carga de ocupación

El primer escenario a utilizar es con una carga de ocupación de $0,8\text{m}^2/\text{persona}$, calculado en base al estándar de ventilación de 5l/s por persona, y $0,9\text{l/s}$ por m^2 , basado en la norma ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 2010.

Tabla 12: Requerimientos de ventilación de cada sala de espera en escenario base (medio).

CESFAM/SAR	Superficie (m^2)	Altura (m)	Carga de ocupación ¹	N° personas en sala de espera	Volumen de aire en m^3	Requerimiento ventilación en l/s	Renovaciones aire/hora
SAR Boca Sur	29,00	3,70	0,80	37	107,3	211	7,08
CESFAM Juan Soto Fernández	38,93	7,00	0,80	49	266,91	280,04	3,70
CESFAM Lomas Coloradas	74,53	2,80	0,80	94	208,68	537,08	9,27
CESFAM Lorenzo Arenas. Sala 1	13,09	3,00	0,80	17	39,27	96,78	8,87
Sala espera 2	17,08	3,00	0,80	22	51,24	125,37	8,81
CESFAM Paulina Avendaño. Sala 1	23,70	5,00	0,80	29	115,35	165,76	5,17
Sala espera 2	47,02	5,00	0,80	59	235,10	337,32	5,17
CESFAM Pedro de Valdivia	102,00	3,00	0,80	128	306,00	731,80	8,61
CESFAM Pinares	25,50	3,00	0,80	32	76,50	182,95	8,61
SAR Tucapel	22,50	3,00	0,80	29	67,50	165,25	8,81
SAR Hualpén	33,83	2,70	0,80	43	92,45	245,45	9,67
SAR Los Cerros	34,24	2,70	0,80	43	92,45	245,82	9,57
SAR Talcahuano	37,33	2,70	0,80	47	100,79	268,60	9,59
CESFAM Valle de la Piedra	20,02	2,80	0,80	26	56,06	148,02	9,51

Los requerimientos de ventilación en litros por segundo se calculan con la superficie y las tasas de flujo de aire, a diferencia de los requerimientos para renovaciones aire hora que a su vez considera la altura, es decir, el volumen de aire. Si consideramos solo los requerimientos de ventilación en renovaciones aire/hora, la sala que presenta mayor demanda es la del SAR Hualpén con una demanda $9,67\text{ach}$; junto con la sala de espera del SAR Talcahuano con una demanda de $9,59\text{ach}$; y Cesfam Lomas Coloradas con $9,57\text{ach}$. Estas tres salas tienen en común la baja altura, lo que disminuye el volumen de aire teniendo como consecuencia mayor requerimiento de ventilación, a diferencia de las salas de espera del Cesfam Juan Soto Fernández que requiere solo $3,70\text{ach}$ a

Capítulo 4: Casos de estudio

pesar de presentar superficies parecidas; ya que, su volumen de aire es mayor gracias a la gran altura que posee la sala de 7m.

Estos valores son bajo el escenario de una carga de ocupación de 0,8 m²pp exigidos por la OGUC, que es nuestra base. A continuación, se realizará el mismo procedimiento, pero con la carga de ocupación de 1m²pp (recomendada por la OMS porque mayor distanciamiento disminuye contagios de enfermedades), y observar los cambios que se generan.

Tabla 13: Requerimientos de ventilación de cada sala de espera en escenario de baja carga de ocupación.

CESFAM/SAR	Superficie (m ²)	Altura (m)	Carga de ocupación ¹	N° personas en sala de espera	Volumen de aire en m ³	Requerimiento ventilación en l/s	Renovaciones aire/hora (ach)
SAR Boca Sur	29,00	3,70	1,00	29	107,3	171,1	5,74
CESFAM Juan Soto Fernández	38,93	7,00	1,00	39	266,91	188,56	3,06
CESFAM Lomas Coloradas	74,53	2,80	1,00	75	208,68	442,08	7,63
CESFAM Lorenzo Arenas. Sala 1	13,09	3,00	1,00	14	39,27	81,78	7,50
Sala espera 2	17,08	3,00	1,00	18	51,24	105,37	7,40
CESFAM Paulina Avendaño. Sala 1	23,70	5,00	1,00	24	115,35	140,76	4,39
Sala espera 2	47,02	5,00	1,00	48	235,10	282,32	4,32
CESFAM Pedro de Valdivia	102,00	3,00	1,00	102	306,00	601,80	7,08
CESFAM Pinares	25,50	3,00	1,00	26	76,50	152,95	7,20
SAR Tucapel	22,50	3,00	1,00	23	67,50	135,25	7,21
SAR Hualpén	33,83	2,70	1,00	34	92,45	200,45	7,90
SAR Los Cerros	34,24	2,70	1,00	35	92,45	205,82	8,01
SAR Talcahuano	37,33	2,70	1,00	38	100,79	223,60	7,99
CESFAM Valle de la Piedra	20,02	2,80	1,00	20	56,06	123,02	7,90

Aumentando el número de carga de ocupación a 1 m² por persona, podemos observar que los requerimientos de ach disminuyen notoriamente en todos los casos, el con menor requerimiento sigue siendo el Cesfam Juan Soto Fernández, por su gran altura; y el con mayor requerimiento de ventilación es SAR Los Cerros con 8,01ach. Esto es porque al aumentar los metros cuadrados por

Capítulo 4: Casos de estudio

persona disminuye la cantidad de personas, por ende, el requerimiento de ventilación también. Este escenario es cuando no se ocupa la capacidad máxima por completo, probablemente en periodos de verano donde las atenciones disminuyen en relación a la temporada invernal (como supuesto). En la tabla siguiente, en cambio, aumentara la cantidad de personas y esto alteraran los requerimientos:

Tabla 14: Requerimientos de ventilación de cada sala de espera en escenario de alta carga de ocupación.

CESFAM/SAR	Superficie (m ²)	Altura (m)	Carga de ocupación ¹	N° personas en sala de espera	Volumen de aire en m ³	Requerimiento ventilación en l/s	Renovaciones aire/hora (ach)
SAR Boca Sur	29,00	3,70	0,60	49	107,3	271,1	9,10
CESFAM Juan Soto Fernández	38,93	7,00	0,60	64	266,91	354,32	4,78
CESFAM Lomas Coloradas	74,53	2,80	0,60	125	208,68	692,08	11,94
CESFAM Lorenzo Arenas. Sala 1	13,09	3,00	0,60	22	39,27	121,78	11,16
Sala espera 2	17,08	3,00	0,60	29	51,24	160,37	11,27
CESFAM Paulina Avendaño. Sala 1	23,70	5,00	0,60	39	115,35	215,76	6,73
Sala espera 2	47,02	5,00	0,60	79	235,10	437,32	6,70
CESFAM Pedro de Valdivia	102,00	3,00	0,60	170	306,00	941,80	11,08
CESFAM Pinares	25,50	3,00	0,60	43	76,50	237,95	11,20
SAR Tucapel	22,50	3,00	0,60	38	67,50	210,25	11,21
SAR Hualpén	33,83	2,70	0,60	57	92,45	315,45	12,43
SAR Los Cerros	34,24	2,70	0,60	58	92,45	320,82	12,49
SAR Talcahuano	37,33	2,70	1,00	38	100,79	348,60	12,45
CESFAM Valle de la Piedra	20,02	2,80	1,00	20	56,06	188,02	12,07

Este es el escenario más desfavorable con un incremento en ventilación de todas las salas significativamente en comparación a la carga ocupacional base de 0,6m²pp, por el hecho de que en la misma superficie aumenta la cantidad de personas. Con el análisis de las tablas de carga de ocupación, y con la revisión de la volumetría y características arquitectónicas de cada una de estas salas, podemos decir que las más desfavorables son aquellas con baja altura, como el SAR Los Cerros junto con el SAR Hualpén. Por lo tanto, están serán los recintos a evaluar y crear mejoras.

5 Simulación casos seleccionados

De los casos revisados se tomaron dos criterios de selección, primero aquellos con valores más desfavorables según el requerimiento de tasas de ventilación, siendo el SAR Los Cerros y SAR Hualpén. Y el segundo criterio de selección, fue según los aspectos arquitectónicos revisados, tomando los casos más representativos de acuerdo con la tabla de caracterización siendo el SAR Tucapel y el SAR Boca Sur.

De ellos, se realizó una simulación con el programa Optivent 2.1 como herramienta de cálculo de ventilación natural, este software tiene como principal fortaleza la evaluación de caudales en una etapa inicial de diseño, es decir, poder llevar a cabo las pruebas que sean necesarias para llegar al mejor desempeño. Es por esto que, según el rendimiento de cada caso, se propondrán mejoras arquitectónicas que servirán como guía de diseño para otros proyectos de salud y elegir cuales son las mejores opciones arquitectónicas al momento de diseñar.

5.1 Antecedentes casos de estudio

En este apartado se presentan los casos de estudio seleccionados, el SAR Los Cerros y SAR Hualpén por tener los requerimientos más altos en las tasas de ventilación, y el SAR Tucapel con el SAR Sur, por ser los representativos en los aspectos arquitectónicos antes revisados. Se muestran los datos recopilados en plantas, cortes y elevaciones, para comprender de mejor manera los resultados de ventilación, y además reconocer las estrategias existentes mediante esquemas de ventilación en planta y corte.

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

5.1.1 SAR Los Cerros

Este Servicio de Atención Primaria de Urgencia de Alta Resolutividad “Los Cerros”, está ubicado en Calle San Vicente 1260, Talcahuano, Bío Bío. Es una construcción reciente (año 2020), pero aún no está en funcionamiento, que se estima que tendrá una población inscrita de unos 40.000 usuarios. Tiene una superficie total de 651 m² de un solo nivel, sin doble altura.



Figura 9: Fotografía SAR Los Cerros

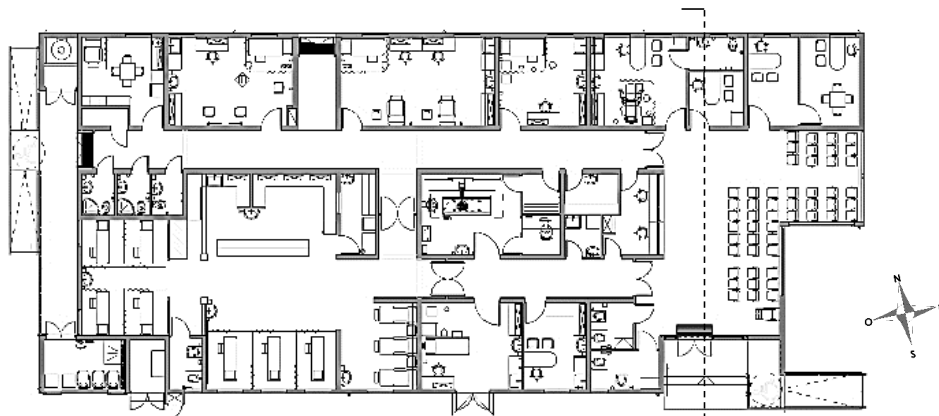
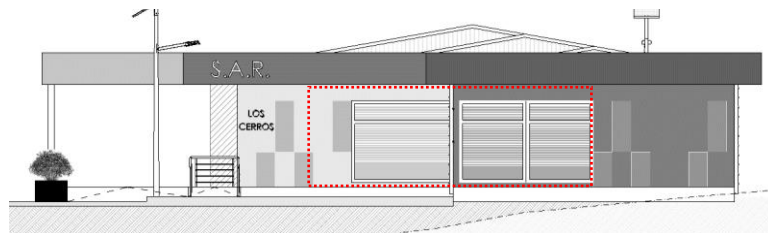


Figura 10: Planta arquitectura SAR Los Cerros



Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

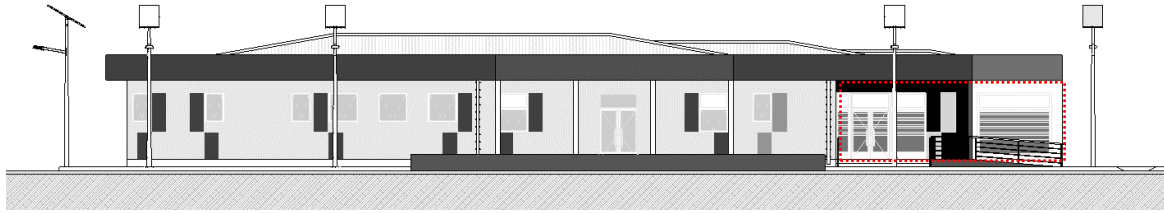


Figura 12: Elevación Lateral Izquierda SAR Los Cerros.



Figura 13: Corte transversal de sala de espera SAR Los Cerros.

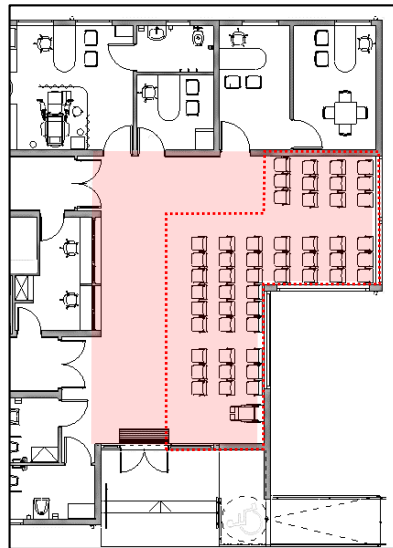


Figura 14: Superficies sala de espera

Superficie sala espera Superficie para cálculo volumen de aire

Como ya revisamos, este SAR posee una superficie entregada por planos de $34,24\text{m}^2$, y 43 personas según la superficie del plano. Esta superficie no considera las circulaciones para el área de sala de

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

espera, tal como lo menciona la guía de diseño de establecimientos hospitalarios de mediana complejidad. Sin embargo, para la evaluación de ventilación natural se tomará toda el área configurada, ya que, sería el volumen de aire real.

A pesar de tener una gran superficie vidriada, ventilación natural se da solo por la puerta de acceso, al solo tener ventanas fijas (ver figura 16).

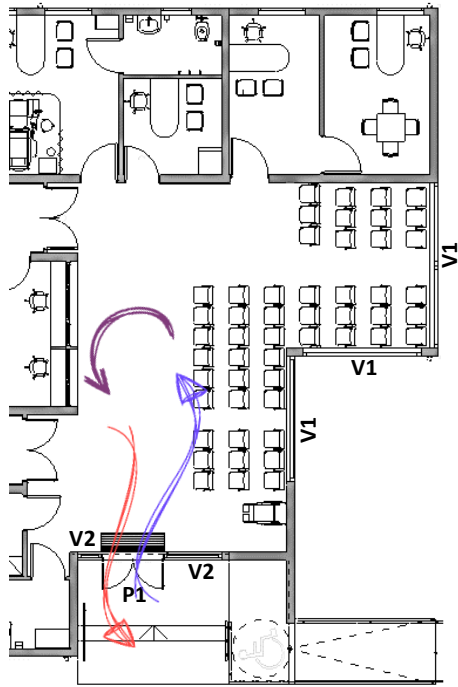


Figura 15: Esquema ventilación en planta

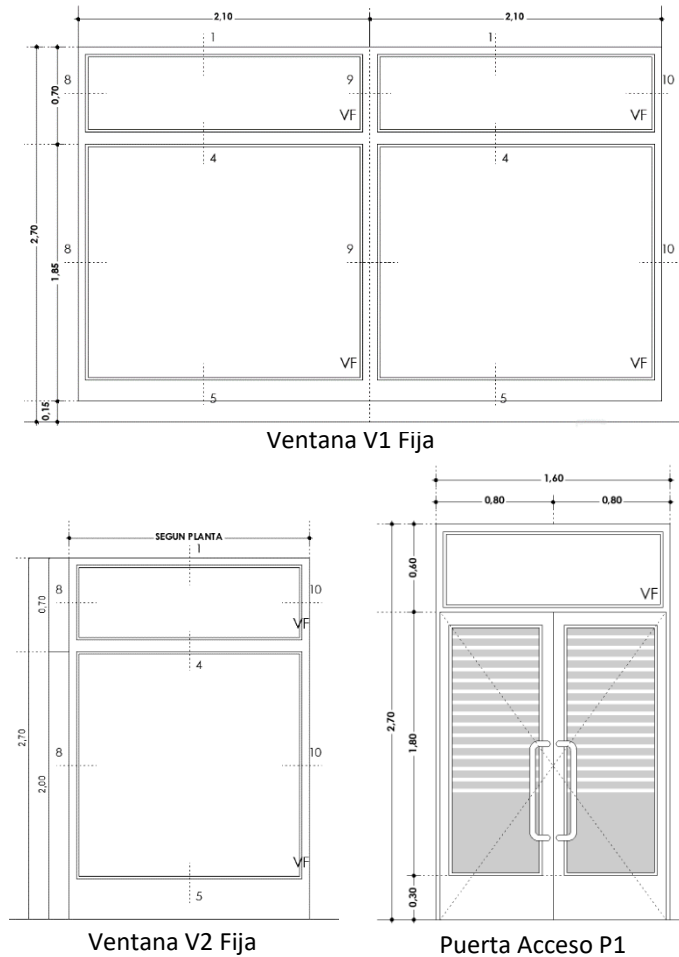


Figura 16: Puerta y ventanas SAR Los Cerros

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

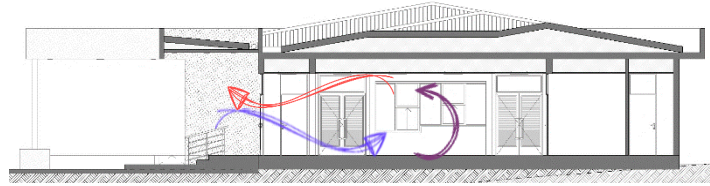


Figura 17: Esquema ventilación en corte

El SAR tiene una altura de piso a cielo de 2,70m, y la sala de espera posee una superficie vidriada de 36,36m², con aberturas de solo 3,36m². Todas las ventanas son termopanel con marco de PVC.

5.1.2 SAR Hualpén

Está ubicado en calle Bulgaria 2845, Hualpén, Bío Bío. Es una construcción nueva del año 2019, se estima que tendrá una población inscrita de unos 10.000 usuarios. Tiene una superficie total de 434 m² (considerando solo SAR, no del cesfam existente) de un solo nivel.



Figura 18: Fotografía SAR Hualpén

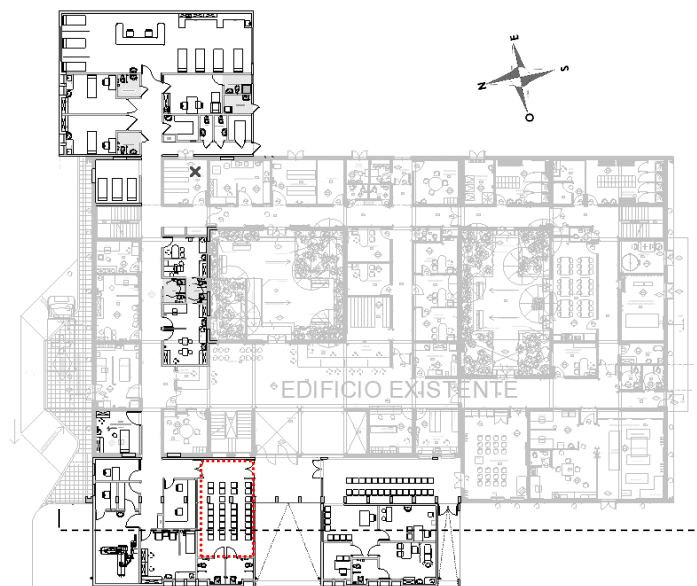


Figura 19: Planta arquitectura SAR Hualpén

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados



Figura 20: Elevación Poniente SAR Hualpén.



Figura 21 Elevación Sur SAR Hualpén.



Figura 22: Elevación Sur SAR Hualpén.

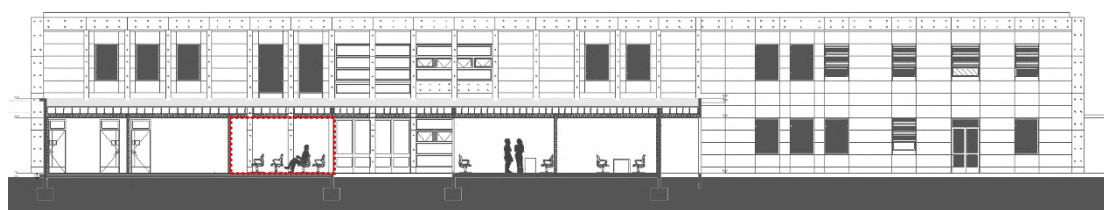
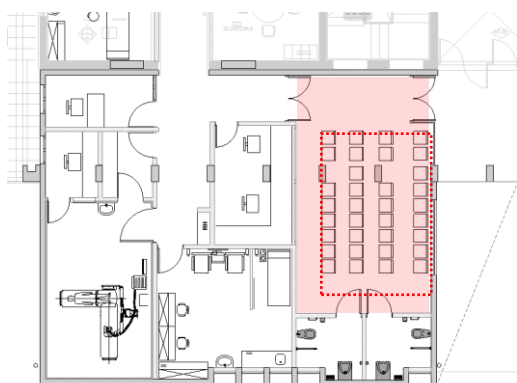


Figura 23: Corte Longitudinal sala de espera SAR Hualpén



- Superficie sala espera
- Superficie para cálculo volumen de aire

Figura 24: Planta arquitectura con superficies achuradas

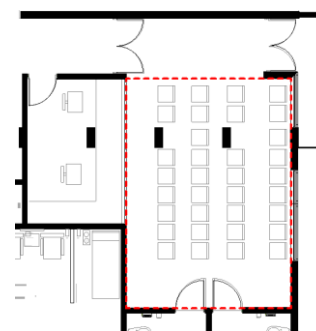


Figura 25: Superficie sala de espera según planimetría.

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

La superficie declarada en los planos es de 33,83m²; sin embargo, como se revisó anteriormente en el capítulo de verificación de carga ocupacional, esta superficie abarca más de lo que corresponde, porque incluye las circulaciones dentro de la superficie exclusiva para sala de espera. Esto genera que la cantidad de personas para su ocupación sea mayor a la propuesta.

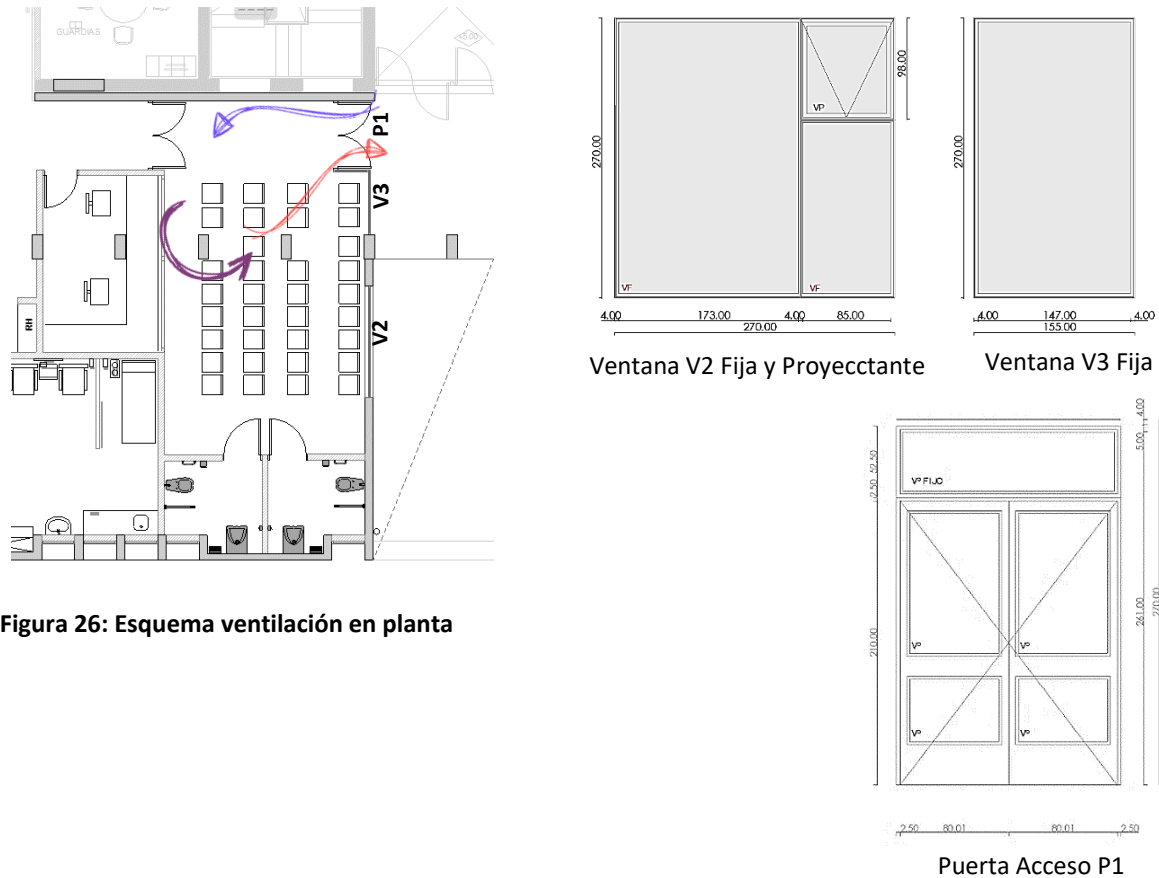


Figura 26: Esquema ventilación en planta

Figura 27: Puerta y ventanas SAR Hualpén



Figura 28: Esquema en corte de ventilación natural

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

El SAR tiene una altura de piso a cielo de 2,70m, y la sala de espera posee una superficie vidriada de 15,76m², pero aberturas de solo 4,32m². Todas las ventanas son termopanel con marco de aluminio anodizado mate.

En corte y planta se puede observar que posee una ventilación de una sola fachada, el ingreso y salida de aire se da principalmente por la puerta de acceso.

5.1.3 SAR Tucapel

Este SAR está ubicado en Ejército 1059, Concepción, Bío Bío. Esta dentro de las construcciones recientes (año 2017), con una población inscrita de 28.825 usuarios. Tiene una superficie total de 498 m² de un solo nivel.



Figura 29: Fotografía SAR Tucapel

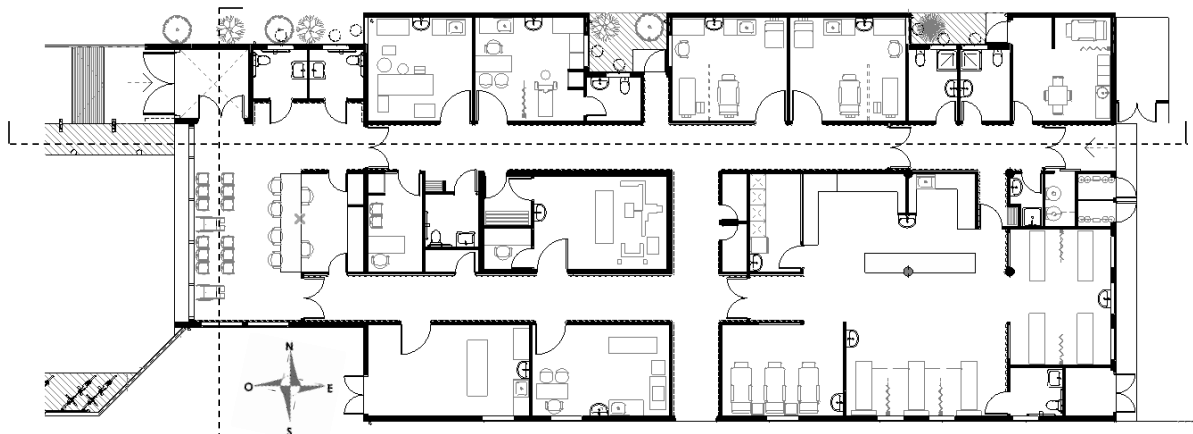


Figura 30: Planta arquitectura SAR Tucapel

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

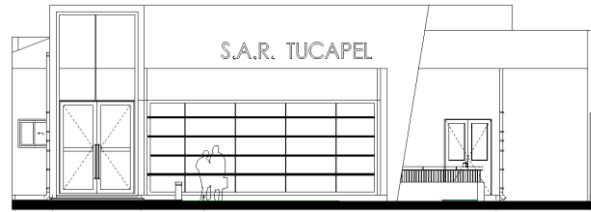


Figura 31: Elevación Poniente SAR Tucapel

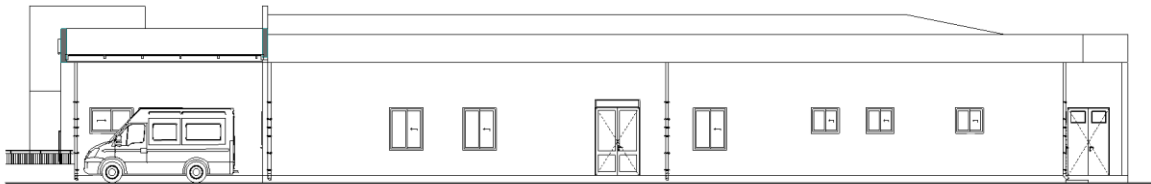


Figura 32: Elevación Sur SAR Tucapel

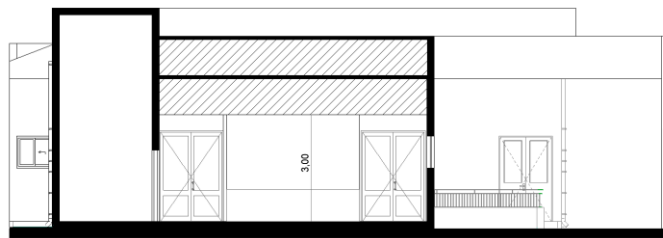


Figura 33: Corte transversal sala de espera SAR Tucapel

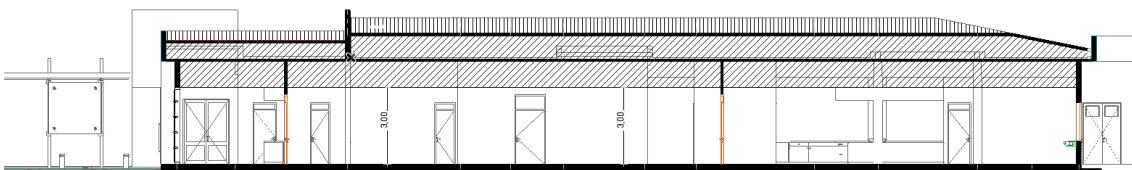


Figura 34: Corte longitudinal sala de espera SAR Tucapel

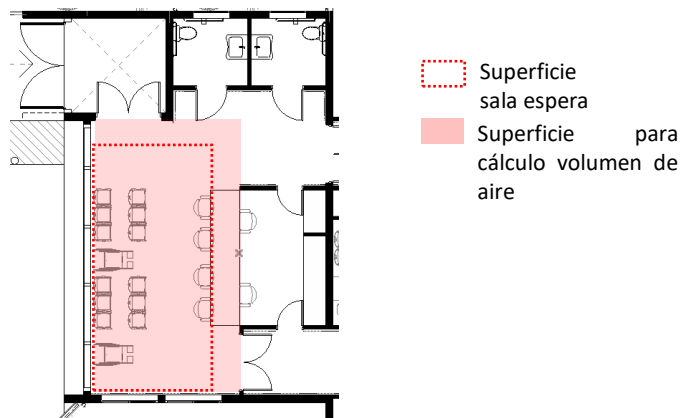


Figura 35: Planta arquitectura con superficies achuradas

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

La superficie declarada en los planos es de 22,50 m²; como se revisó anteriormente en el capítulo de verificación de carga ocupacional, esta superficie abarca más de lo que corresponde, porque incluye las circulaciones dentro de la superficie exclusiva para sala de espera. El SAR presenta ventilación cruzada, si se utiliza las puertas de acceso como abertura (espacio esclusa) junto con las ventanas. Como muestra los siguientes esquemas de ventilación en planta y corte:

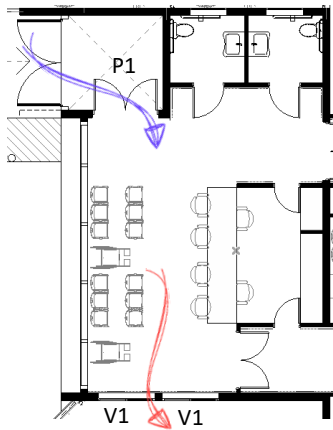


Figura 36: Esquema de ventilación en planta



Figura 37: Esquema de ventilación en corte

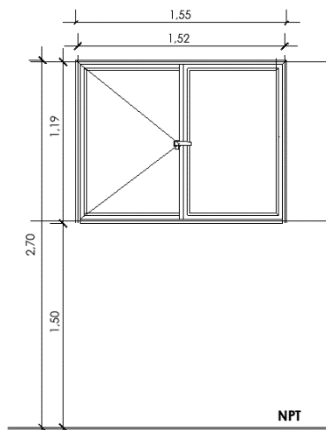


Figura 38: Ventana fija y proyectante

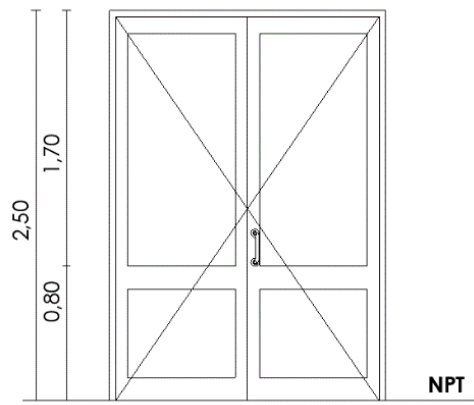


Figura 39: Puerta de acceso P1

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

5.1.4 SAR Boca Sur

Este SAR está ubicado en 2ª Transversal 457, San Pedro de la Paz, Bío Bío. Es una construcción reciente del año 2020, que comenzó a funcionar en septiembre de ese año y esta adyacente al Cesfam Boca Sur, con una población inscrita de 24.651 usuarios. Tiene una superficie total de 572m² de un solo nivel.



Figura 40: Fotografía SAR Boca Sur

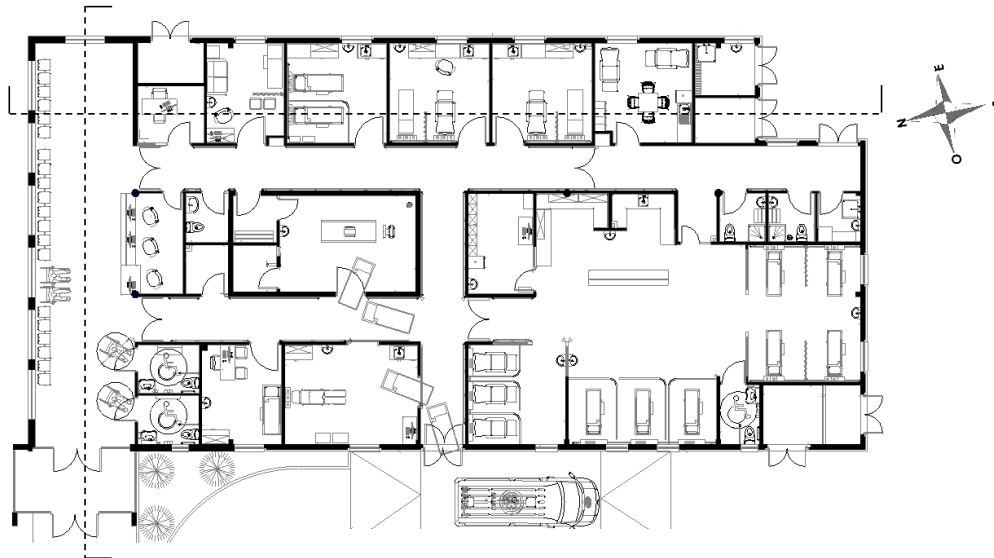


Figura 41: Planta arquitectura SAR Boca Sur

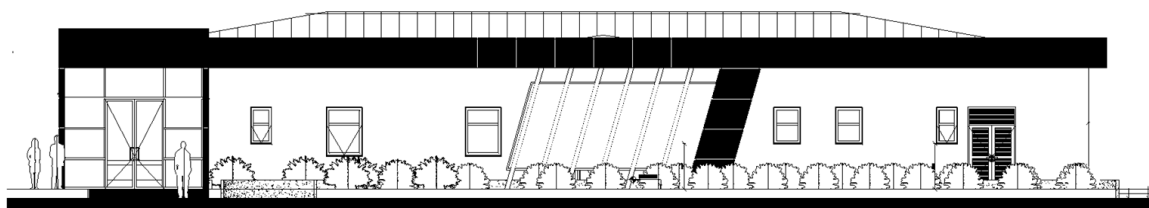


Figura 42: Elevación Poniente SAR Boca Sur

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

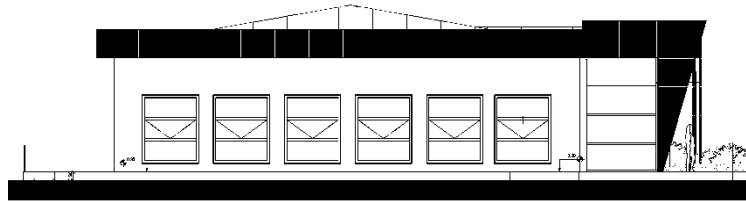


Figura 43: Elevación Norte SAR Boca Sur

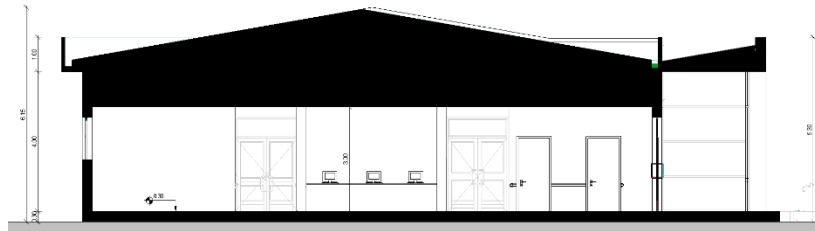


Figura 44: Corte transversal SAR Boca Sur



Figura 45: Corte Longitudinal SAR Boca Sur

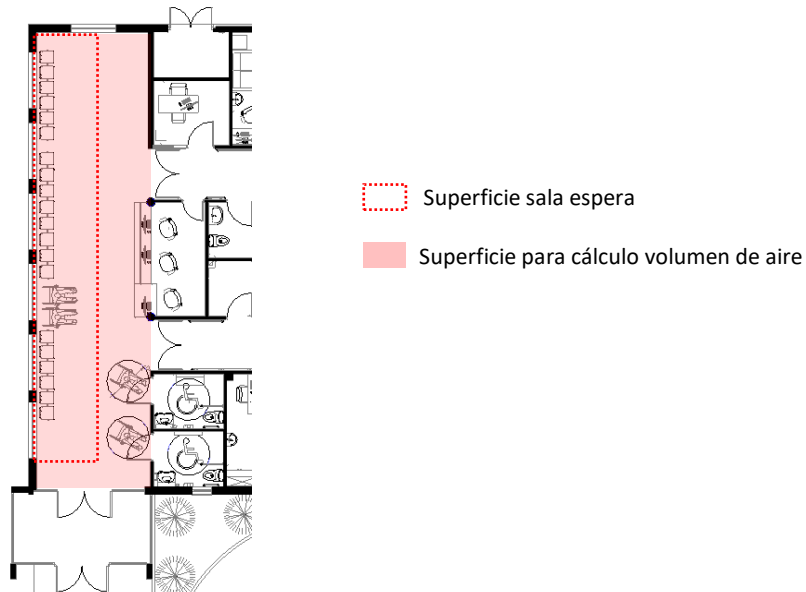


Figura 46: Planta arquitectura SAR Boca Sur con superficies

Capítulo 5: Simulación casos seleccionados

El SAR posee una estrategia de ventilación cruzada al tener aberturas en tres de sus caras, es decir, el ingreso se produce por donde se encuentran los vientos predominantes (norte) y la salida por los costados (caras oriente y poniente) como muestra el esquema en planta y corte (ver figura 47 Y 48). Además, se incluyen los detalles de puerta y ventana para conocer el área de aberturas.

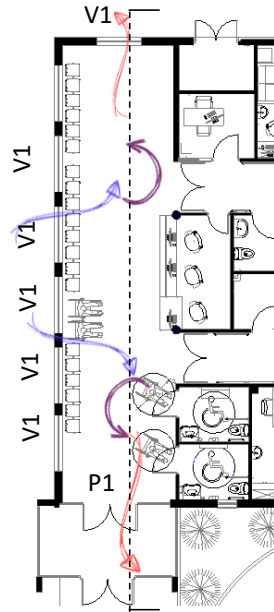


Figura 47: Esquema de ventilación en planta

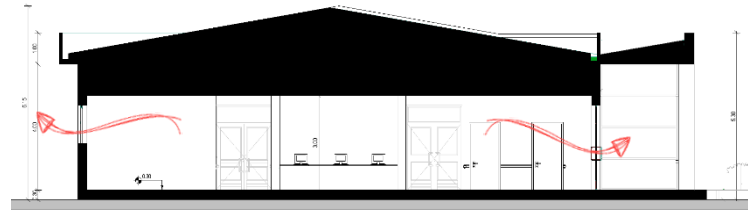


Figura 48: Esquema de ventilación en corte

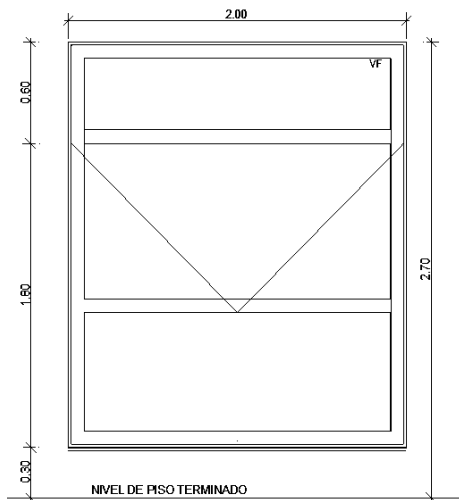


Figura 49: V1 Ventana fija y proyectante

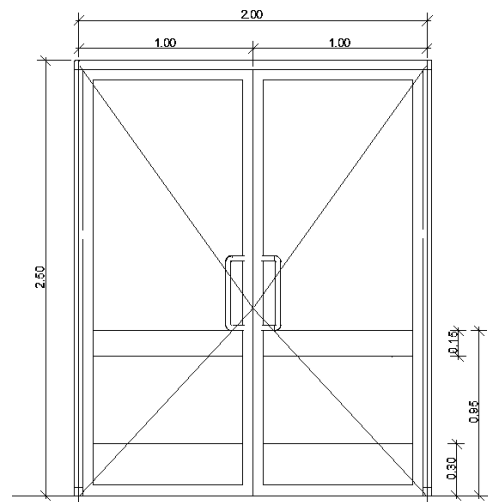


Figura 50: Puerta de acceso P1

6 Resultados simulación caso actual

En este capítulo se presentan los resultados de las simulaciones realizadas con el programa Optivent 2.1 como herramienta de cálculo de ventilación natural. Se considera el escenario en un terreno urbano, en invierno y verano, para analizar en cuál de las temporadas es viable utilizar la ventilación natural como estrategia para mejorar la calidad del aire. Además, se utilizaron los resultados obtenidos de Buoyancy+wind driven, puesto que la investigación considera ventilación natural por lo que se debe integrar el efecto del viento.

Junto con lo anterior, se consideraron temperaturas internas de hasta 24°C en invierno y 26°C en verano basándose en los valores límites establecido por la norma ASHRAE 55.

Para todos los casos, se tomó como escenario en verano el mes enero, ya que, según lo revisado es el mes con las temperaturas más altas en Concepción, y el mes de junio para la temporada de invierno por ser el mes con las temperaturas más bajas.

Posteriormente, según el desempeño de cada caso, se propondrán mejoras arquitectónicas que servirán como guía de diseño para aquellos centros de salud existentes, y poder elegir cuales son las mejores opciones arquitectónicas al momento de diseñar.

6.1 SAR Los Cerros

En la sala de espera del SAR Los Cerros, se evaluó con ventilación natural por una sola fachada, y se mantuvo la cantidad de personas (43), calculada con la superficie entregada en los planos (34,24m²), ya que está correctamente delimitada al tomar el área útil y exclusiva para sala de espera y no agregando las circulaciones como se puede ver en la figura 51. Para tener un valor real de las renovaciones de aire (ach), se toma toda la superficie configurada del espacio, puesto que es este el volumen de aire real, y no solo el que se estima para la sala de espera.

Es decir, el número de personas estimadas para este recinto se mantienen, y lo que se modifica es la superficie para el cálculo de ach, en vez de ser solo los 34,24m² de sala de espera, se toma todo el espacio resultando una superficie de 50m².

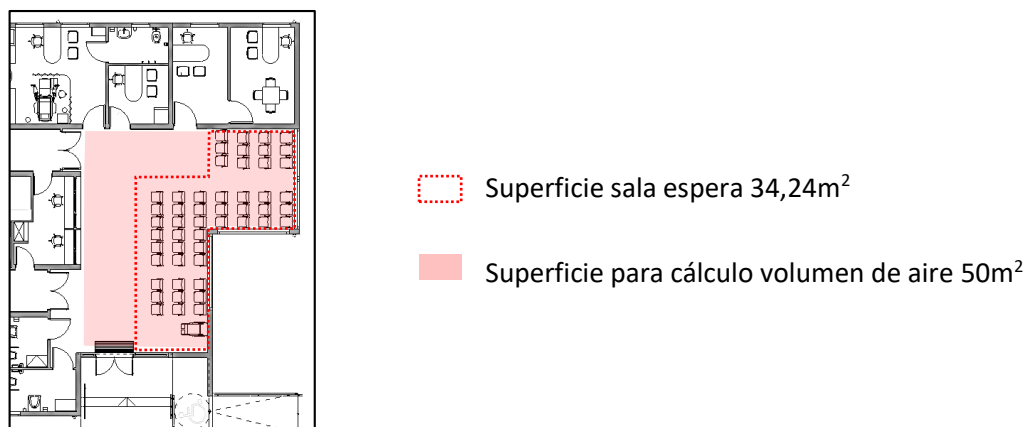


Figura 51: Superficies sala de espera SAR Los Cerros

Con los datos modificados, se pueden incorporar los valores a la tabla de condiciones de borde, la cual tendrá dos escenarios: uno de invierno y otro de verano, donde se ingresan los datos de localización, de cálculo de aire, geometría de la edificación y las condiciones internas.

Tabla 15: Condiciones de borde SAR Los Cerros.

Estrategia de ventilación	Tipo de ventilación	Una sola fachada o simple
Localización	Fecha	21
	Latitud (grados decimales)	-37
	Mes	Enero/Junio
	Hora	12:00
	Temperatura media exterior	17°C verano / 13°C invierno
	Velocidad del viento	4m/s verano / 3m/s invierno
Datos cálculo de aire	Temperatura interior	26°C verano / 24°C invierno
	Temperatura exterior	20°C verano/ 11°C invierno
	Área de aberturas	3,36 m ²
	Tipo de abertura	Efectiva 0-90%
Geometría	Superficie recinto	50m ² (todo el recinto, no solo sala de espera)
	Altura	2,70m
	Tipo de vidrio	Termopanel
	Materialidad muros	Hormigón armado más aislación
	Valor U muros	0,45 W/m ² .K
	Materialidad cubierta	Hormigón armado
	Valor U techumbre	0,36 W/m ² .K
Condiciones internas	Ocupación	43
	Actividad	Sentado

6.1.1 Evaluación en verano

Los resultados de la simulación arrojaron que el aire fresco requerido es de 11,54ach, y lo alcanzado fue de 8,68ach. Dentro de la banda de confort adaptativo, tanto para la de 80 y 90% de aceptabilidad se encuentra en estado confortable.

Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m ²):	49.7
Espacio - Volumen (m ³):	134.19
Temperatura exterior (°C):	20
Temperatura interior (°C):	26
To - Ti (°C):	6

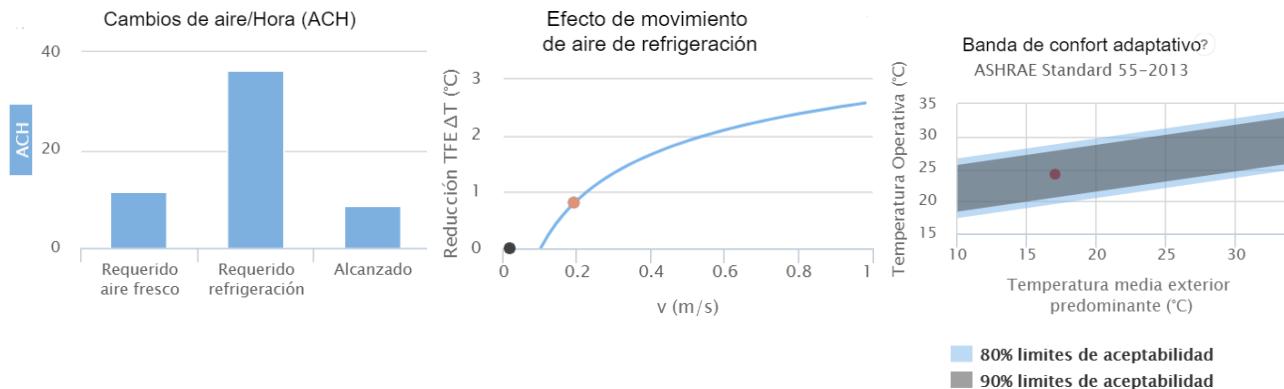


Figura 52: Gráficos de resultados simulacion en verano para SAR Los Cerros

A pesar de que la superficie del recinto es considerable, está diseñado para 43 personas con aberturas para ventilación natural muy pequeñas. Tiene grandes superficies vidriadas (36,36m²) pero solo 3,36m² son aberturas de ingreso y salida de aire, teniendo en cuenta que esta abertura se da solo por la puerta de acceso, y todo lo restante de la superficie vidriada es con ventanas fijas; es decir, posee una baja ventilación simple de una sola fachada.

6.1.2 Evaluación en invierno

En este caso de invierno, es el mismo requerimiento de aire fresco requerido de 11,54ach, y lo alcanzado fue de 10,00ach, aun no supera las renovaciones requeridas, además, se encuentra fuera del rango aceptabilidad, incluso en el gráfico de banda de confort adaptativo no se visualiza el punto de resultado, al estar muy por debajo del mínimo, la temperatura operativa resultante es menor a 15°C.

Capítulo 6: Resultados

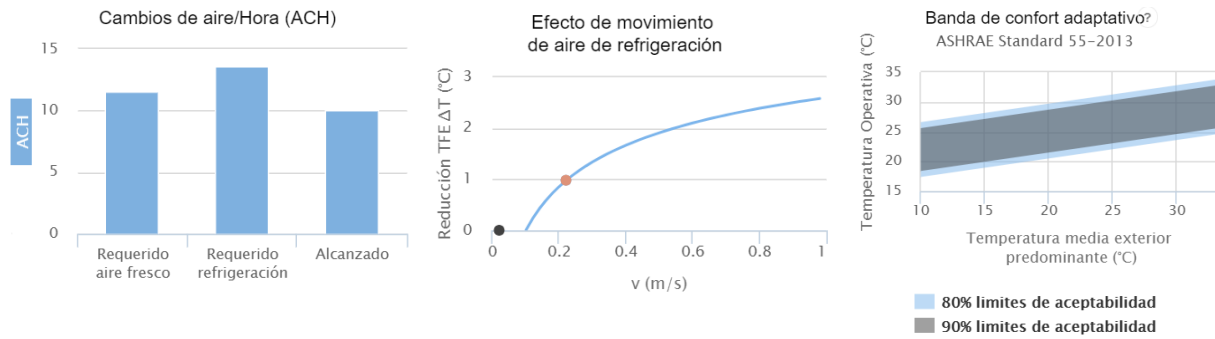


Figura 53: Gráficos de resultados simulacion en invierno para SAR Los Cerros

Además de no alcanzar las tasas de ventilación, provoca una baja de temperatura en el ambiente, por esta razón es que se encuentra fuera del rango de confort, con temperaturas más bajas que 15°C, por lo que no se puede visualizar en el gráfico de banda de confort al estar muy por debajo.

6.2 SAR Hualpén

Habiendo revisado la planimetría previamente, se modificaron algunos datos al momento de ingresarlos a la herramienta de cálculo. Se amplió la superficie declarada, ya que, para el cálculo del volumen de aire se debe tomar toda la superficie del espacio que configurado (40m²) y no solo el área destinada a la sala de espera (33,83m²) originalmente. Este sería el escenario real para esta sala de espera basados en el volumen de aire completo del recinto.

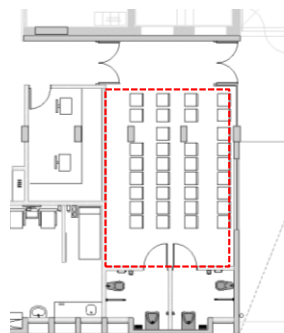


Figura 54: Superficies sala de espera SAR Hualpén

Tabla 16: Condiciones de borde SAR Hualpén.

Estrategia de ventilación	Tipo de ventilación	Una sola fachada o simple
Localización	Fecha	21
	Latitud (grados decimales)	-37
	Mes	Enero/Junio
	Hora	12:00
	Temperatura media exterior	17°C verano / 13°C invierno
	Velocidad del viento	4m/s verano / 3m/s invierno
Datos cálculo de aire	Temperatura interior	26°C verano / 24°C invierno
	Temperatura exterior	20°C verano / 11°C invierno
	Área de aberturas	4,19 m ²
	Tipo de abertura	Efectiva 0-90%
Geometría	Superficie recinto	40m ² (todo el recinto, no solo sala de espera)
	Altura	2,70m
	Tipo de vidrio	Termopanel
	Materialidad muros	Metalcon más aislación
	Valor U muros	0,73 W/m ² .K
	Materialidad cubierta	Metalcon más aislación
	Valor U techumbre	0,36 W/m ² .K
	Ocupación	43
Condiciones internas	Actividad	Sentado

6.2.1 Evaluación en verano

Los resultados de la simulación arrojaron que el aire fresco requerido es de 14,33ach, y lo alcanzado fue de 10,51ach (no se considerará requerido en refrigeración, porque para esta evaluación se enfocará en la ventilación natural). Dentro de la banda de confort adaptativo, tanto para la de 80 y 90% de aceptabilidad se encuentra en estado confortable.

Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m ²):	40
Espacio - Volumen (m ³):	108
Temperatura exterior (°C):	20
Temperatura interior(°C)	26
To - Ti (°C):	6

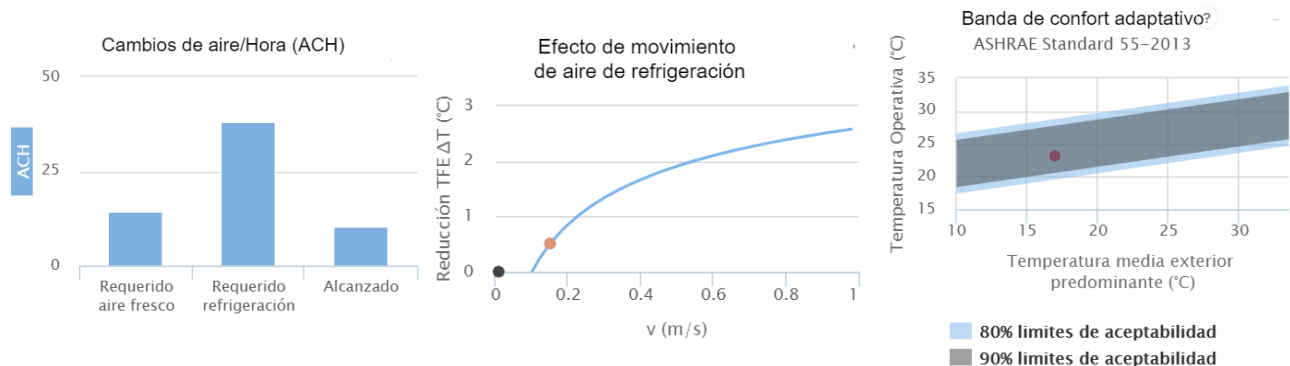


Figura 55: Gráficos de resultados simulacion en verano para SAR Hualpén

Capítulo 6: Resultados

Las tasas de ventilación no alcanzan los requerimientos, este problema puede porque las aberturas se dan principalmente por la puerta de acceso, y por una ventana pequeña de 90x80cm. Para toda la sala de espera, porque le resto de las ventanas son fijas.

6.2.2 Evaluación en invierno

Los resultados de la simulación arrojaron que el aire fresco requerido es de 14,33ach, y lo alcanzado es de 9,09ach, es decir, en invierno tampoco supera las renovaciones requeridas, sin embargo, en la banda de confort adaptativo, tanto para la de 80 y 90% está fuera del rango aceptabilidad. Incluso en el gráfico de banda de confort adaptativo no se visualiza el punto de resultado, al estar por debajo del mínimo, la temperatura operativa resultante es menor a 15°C.

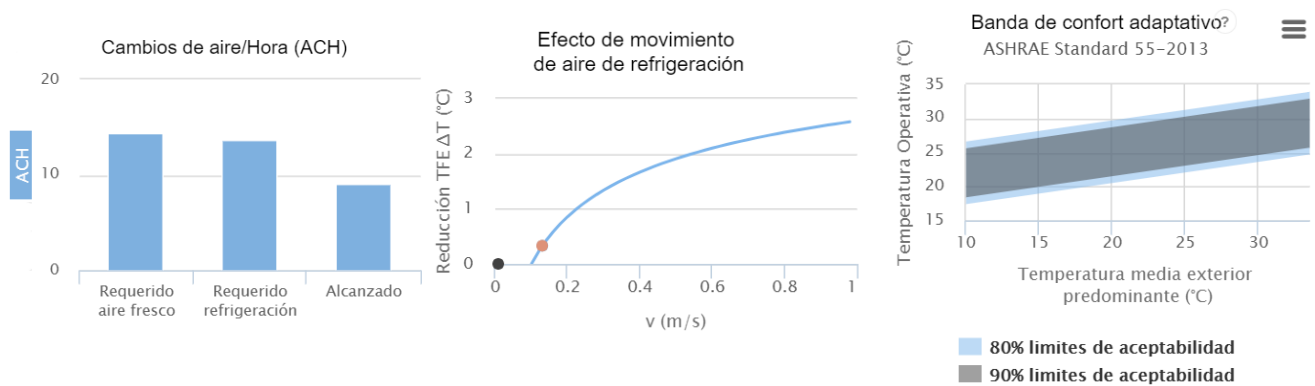


Figura 56: Gráficos de resultados simulacion en invierno para SAR Hualpén

6.3 SAR Tucapel

Al igual que en la sala de espera anterior, se modificaron algunos datos al momento de ingresarlos a la herramienta de cálculo. Primeramente, se amplió la superficie declarada, de los 22,50m² (línea punteada roja en figura 57) a 24,00m² (área coloreada), al igual que en los otros casos para considerar el volumen de aire real y no solo el delimitado para la sala de espera.

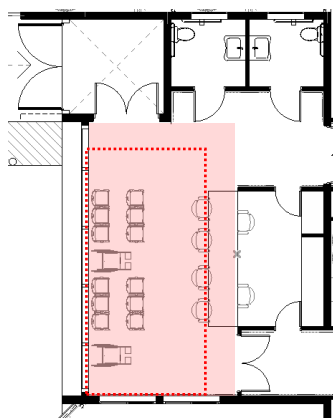


Figura 57: Superficies sala de espera SAR Tucapel

Se presentan las condiciones de borde para el SAR Tucapel, con los datos necesarios para evaluar tanto en invierno como en verano.

Tabla 17: Condiciones de borde SAR Tucapel

Estrategia de ventilación	Tipo de ventilación	Cruzada
Localización	Fecha	21
	Latitud (grados decimales)	-37
	Mes	Enero/Junio
	Hora	12:00
	Temperatura media exterior	17°C verano / 13°C invierno
	Velocidad del viento	4m/s verano / 3m/s invierno
Datos cálculo de aire	Temperatura interior	26°C verano / 24°C invierno
	Temperatura exterior	20°C verano/ 11°C invierno
	Área de aberturas	5,40 m ²
	Tipo de abertura	Efectiva 0-90%
Geometría	Superficie recinto	24,00m ² (todo el recinto, no solo sala de espera)
	Altura	3,00m
	Tipo de vidrio	Termopanel
	Materialidad muros	Hormigón armado más aislación
	Valor U muros	0,45 W/m ² .K
	Materialidad cubierta	Hormigón armado
	Valor U techumbre	0,36 W/m ² .K
Condiciones internas	Ocupación	29
	Actividad	Sentado

6.3.1 Evaluación en verano

Los resultados de la simulación arrojaron que el aire fresco requerido es de 14,50ach, y lo alcanzado fue de 44,31ach. Sin embargo, dentro de la banda de confort adaptativo, tanto para la de 80 y 90% de aceptabilidad se encuentra en estado disconfort, ya que está por debajo del rango. Esto se debe a que las renovaciones aire hora superan notoriamente lo requerido, disipando el calor generado en el interior.

Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m ²):	24
Espacio - Volumen (m ³):	72
Temperatura exterior (°C):	17
Temperatura interior(°C)	26
To - Ti (°C):	9

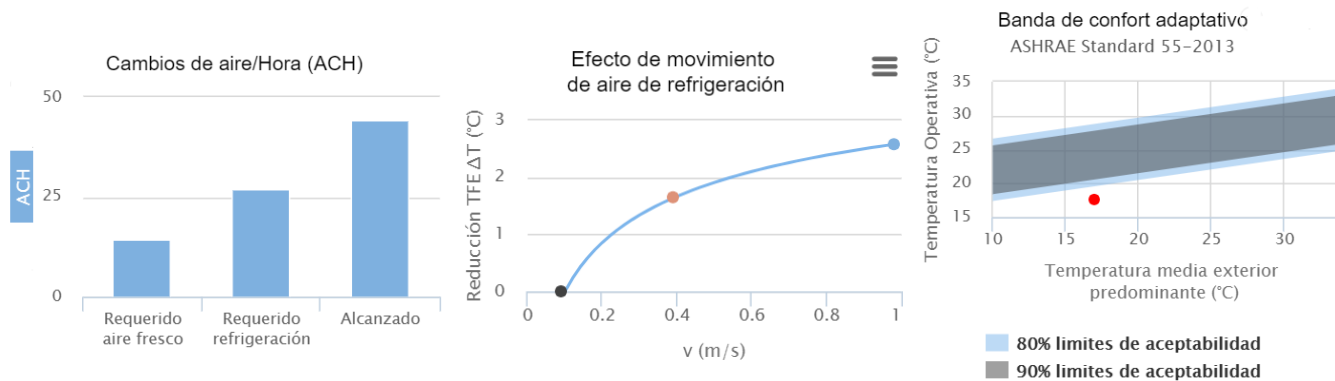


Figura 58: Gráficos de resultados simulacion en verano para SAR Tucapel

En el caso de este SAR, posee una ventilación cruzada con las aberturas mayores que los casos anteriores, evidenciando que uno de los factores que inciden en el aumento de los caudales de ventilación son el tamaño de las aberturas.

6.3.2 Evaluación en invierno

El mismo requerimiento de aire fresco requerido de 14,50ach, y lo alcanzado fue de 38,56ach, supera las renovaciones requeridas, aunque con un valor más bajo que lo alcanzado en verano. Esto también genera que esté fuera del rango aceptabilidad, incluso en el gráfico de banda de confort adaptativo no se visualiza el punto de resultado, al estar muy por debajo del mínimo, la temperatura operativa resultante es menor a 15°C.

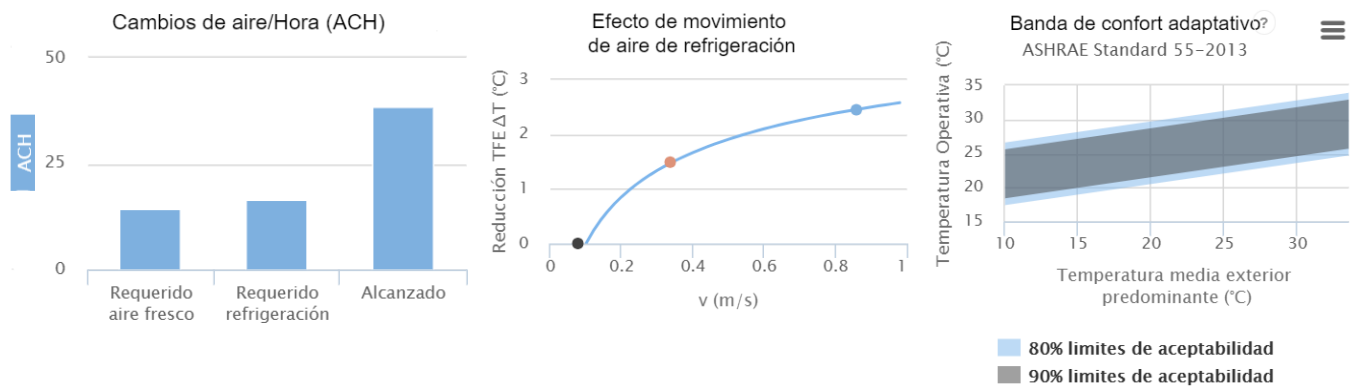


Figura 59: Gráficos de resultados simulación en invierno para SAR Tucapel

En general esta sala de espera, posee un buen desempeño, ya que alcanza e incluso supera los requerimientos de tasas de ventilación. Pero, esto considera la puerta de acceso como abertura para generar la ventilación cruzada, pudiendo ser generada por otra estrategia de ventilación y no recurrir a tener que abrir las puertas de acceso para alcanzar los requerimientos.

6.4 SAR Boca Sur

En este SAR, al igual que los anteriores, también se amplió la superficie declarada en la planimetría, de 29,00m² a 50m², que es la superficie en la cual está configurada la sala de espera, como se ve en la figura 60.

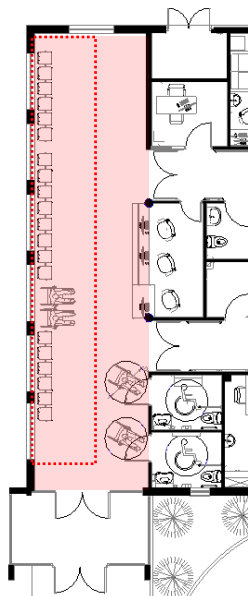


Figura 60: Superficies sala de esperan SAR Boca Sur

Los datos modificados se incorporan a los valores de la tabla de condiciones de borde, manteniendo los datos de localización, de cálculo de aire, geometría de la edificación y las condiciones internas.

Tabla 18: Condiciones de borde SAR Boca Sur

Estrategia de ventilación	Tipo de ventilación	Cruzada
Localización	Fecha	21
	Latitud (grados decimales)	-37
	Mes	Enero/Junio
	Hora	12:00
	Temperatura media exterior	17°C verano / 13°C invierno
	Velocidad del viento	4m/s verano / 3m/s invierno
Datos cálculo de aire	Temperatura interior	26°C verano / 24°C invierno
	Temperatura exterior	20°C verano/ 11°C invierno
	Área de aberturas	8,00 m ²
	Tipo de abertura	Efectiva 0-90%
Geometría	Superficie recinto	50,00m ² (todo el recinto, no solo sala de espera)
	Altura	3,70m
	Tipo de vidrio	Termopanel
	Materialidad muros	Hormigón armado más aislación
	Valor U muros	0,45 W/m ² .K
	Materialidad cubierta	Hormigón armado
	Valor U techumbre	0,36 W/m ² .K
Condiciones internas	Ocupación	37
	Actividad	Sentado

6.4.1 Evaluación en verano

Los resultados de la simulación arrojaron que el aire fresco requerido es de 7,27ach, y lo alcanzado fue de 16,51ach. Es decir, que supera los requerimientos y además se encuentra dentro de la banda de confort.

Datos del Edificio:

Espacio - Área de suelo (m²):	49.5
Espacio - Volumen (m³):	183.15
Temperatura exterior (°C):	20
Temperatura interior(°C)	26
To - Ti (°C):	6

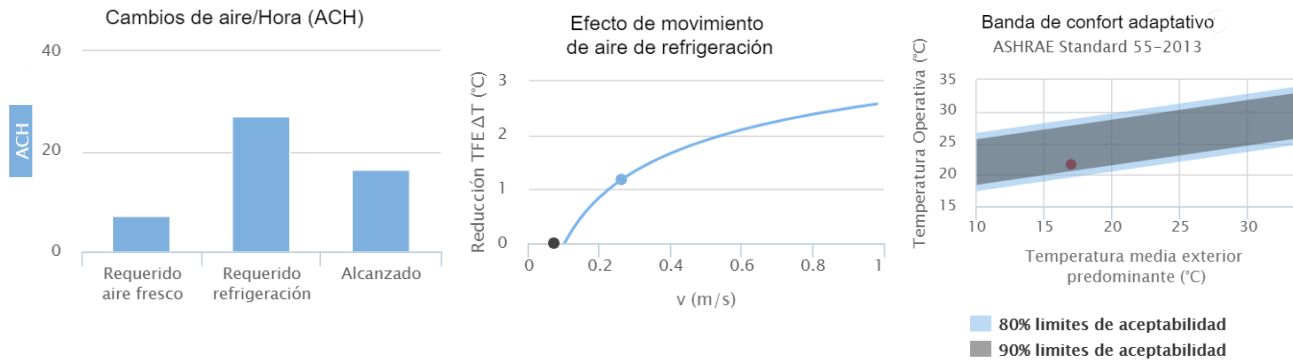


Figura 61: Gráficos de resultados simulacion en verano para SAR Boca Sur

6.4.2 Evaluación en invierno

Requerimiento de aire fresco requerido de 7,27ach, y lo alcanzado fue de 15,06ach, supera las renovaciones requeridas, aunque con un valor más bajo que lo alcanzado en verano, dado que, la velocidad del viento es menor en invierno que en verano. Esto también genera que esté fuera del rango aceptabilidad, incluso en el gráfico de banda de confort adaptativo no se visualiza el punto de resultado, al estar muy por debajo del mínimo, la temperatura operativa resultante es menor a 15°C.

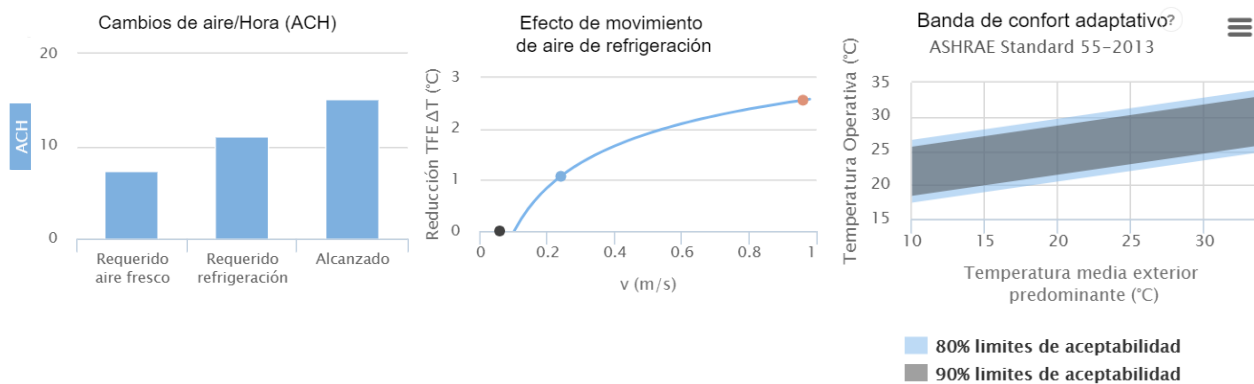
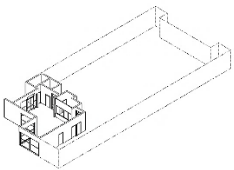
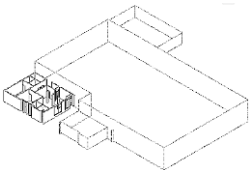
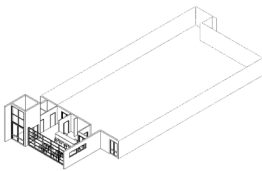
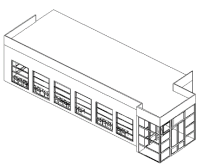


Figura 62: Gráficos de resultados simulacion en invierno para SAR Boca Sur

6.5 Resumen de resultados

Con las simulaciones realizadas en cada sala de espera, bajo dos temporadas (invierno y verano), podemos afirmar que los SAR que se seleccionaron por tener los requerimientos más altos, fueron los que no alcanzaron las tasas de ventilación estimadas ni en invierno y verano, a diferencia de los otros dos SAR, que si superaron los requerimientos. Si analizamos los resultados, podemos observar que en los SAR con peor desempeño, son aquellos que poseen un área de abertura menor y con ventilación por una sola fachada, a diferencia de los otros casos, que presentan mayores tamaños de las aberturas para el ingreso de aire y con ventilación cruzada.

Tabla 19: Resumen de resultados comparativo de casos de estudio

		SAR Los Cerros	SAR Hualpén	SAR Tucapel	SAR Boca Sur
					
RESULTADOS	Tipo de ventilación	Simple	Simple	Cruzada	Cruzada
	Volumen de aire (m³)	134,19	108,00	72,00	183,15
	Área de aberturas (m²)	3,36	4,19	5,40	8,00
	N° de personas	43	43	29	37
	Requerimiento ventilación (ach)	11,54	14,33	14,50	7,27
	Alcanzado en verano (ach)	8,68	10,51	44,31	16,51
	Alcanzado en invierno (ach)	10,00	9,09	38,56	15,06
	Estado de confort verano	Confortable	Confortable	Frio	Confortable
	Estado de confort invierno	Frio	Frio	Frio	Frio

En todos los casos simulados, en invierno, según el rango de confort establecido por la norma ASHRAE 55, se encuentran en estado frio. Quiere decir, que la ventilación natural como estrategia para mejorar la calidad del aire, es más acertada utilizarla en épocas de verano, y no en épocas invernales, puesto que, en invierno como se puede observar en la tabla 19, disipa el calor ganado al interior, enfriando el ambiente. En cambio, en verano los niveles alcanzados no son suficientes

Capítulo 6: Resultados

en los dos primeros casos, por lo que se necesita una estrategia para aumentar estos caudales sin necesidad de recurrir todo el tiempo a la ventilación mecánica.

Es importante mencionar que para todas las simulaciones se consideraron las puertas de acceso como aberturas para ventilación natural, que no es lo recomendable, ya que las puertas de acceso no se planificaron como estrategia de ventilación, pero son utilizadas cuando las aberturas en las ventanas no son suficientes para generar los caudales de aire. En el caso del SAR Los Cerros, si no se hubiese considerado la puerta de acceso como abertura, no tendría ninguna fuente de ventilación natural. Similar sucede con el SAR Hualpén, que fuera de la puerta de acceso, posee una ventana de 90x80cm proyectante, el resto son fijas.

En los SAR de Tucapel y Boca Sur, también se consideraron las puertas como ingreso o salida del aire, en el caso que no tenerlas en cuenta, los valores hubiesen sido mas desfavorables.

7 Propuestas de mejoras arquitectónicas

En este capítulo, y con los análisis ya realizados de los desempeños de cada uno de los casos de estudios, se observó que dos de los cuatro casos analizados no alcanzaban los requerimientos de aire fresco en el interior, además en los periodos de inviernos los resultados de confort estaban por debajo del mínimo. Por esta razón, es que se decide simular solo los casos desfavorables y generar las mejoras basadas en escenarios de verano, para alcanzar los caudales necesarios y mantener un espacio confortable.

Este déficit de ach pueden suplirse con ventilación mecánica, pero lo que busca esta investigación es encontrar una solución mediante la ventilación natural y utilizar los recursos naturales de bajo costo para lograr buenos desempeños. Por lo tanto, se propondrán algunas alternativas arquitectónicas que mejoraran los resultados de estos dos casos de estudio, y evaluar cuales o cual es la mejor opción al momento de diseñar una sala de espera y que obtenga un buen desempeño.

Se decide generar propuestas arquitectónicas, para alcanzar los caudales necesarios y mantener una buena calidad del aire al interior del espacio. Este déficit de los cambios de aire hora pueden suplirse con ventilación mecánica, pero lo que busca esta investigación es encontrar una solución mediante la ventilación natural y utilizar los recursos naturales de bajo costo para lograr buenos desempeños.

Algunos criterios importantes para la selección de mejoras, se basaron en los desempeños según forma, aberturas, ubicación de las aberturas, velocidad del aire, entre otras. Para un correcto barrido al interior de un espacio se debe utilizar preferentemente la ventilación "cruzada", es decir, con entrada y salida de aire. Las ventanas de entrada y salida se sitúan en paredes opuestas, pero diagonalmente al flujo de aire, éste se distribuye mejor.

En los recintos en donde las ventanas están en un muro solamente, el tamaño tiene muy poco efecto sobre la velocidad del aire interior como se puede observar en la figura 63 (a), en cambio en los recintos en donde existe ventilación cruzada, el aumento del tamaño de las ventanas aumenta la velocidad del aire interior, pero solamente cuando las ventanas de entrada y salida aumentan simultáneamente. Si la habitación tiene aberturas de diferentes tamaños y la más

Conclusiones

grande es la de salida, se obtienen mayores velocidades máximas, pero aumentan muy poco las velocidades promedio, como se muestra en la figura 63 (b) (Gonzalo & Nota, 2015).

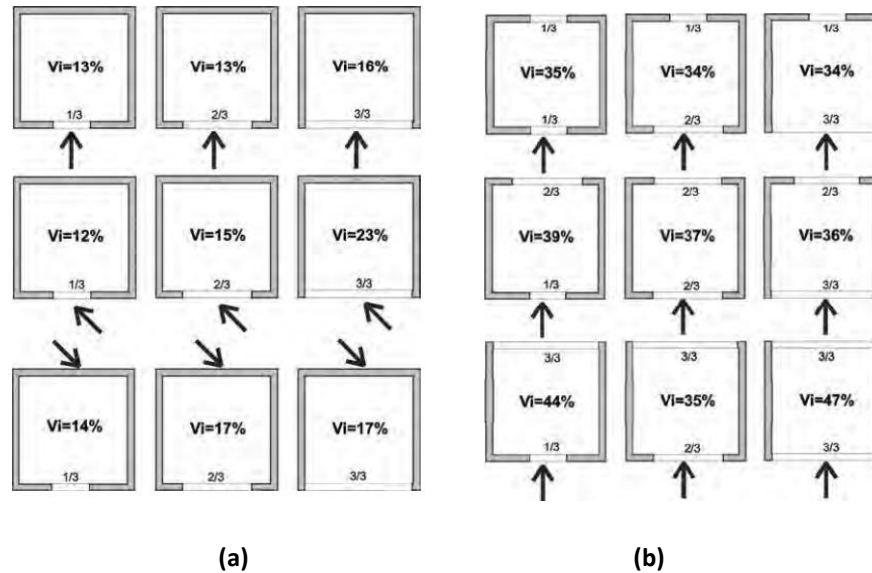


Figura 63: Velocidad interior promedio según tamaño de la ventana en habitaciones: (a) sin ventilación cruzada (como % de la velocidad del aire exterior); (b) con ventilación cruzada (como % de la velocidad del aire exterior). Fuente: (Gonzalo & Nota, 2015).

7.1 Propuesta doble altura

Como se ha revisado, la ventilación cruzada es más efectiva que la ventilación por una sola fachada, además la diferencia de altura produce mayores caudales; por eso se propone como primera mejora la incorporación de doble altura, generando el efecto stack a las salas de espera.

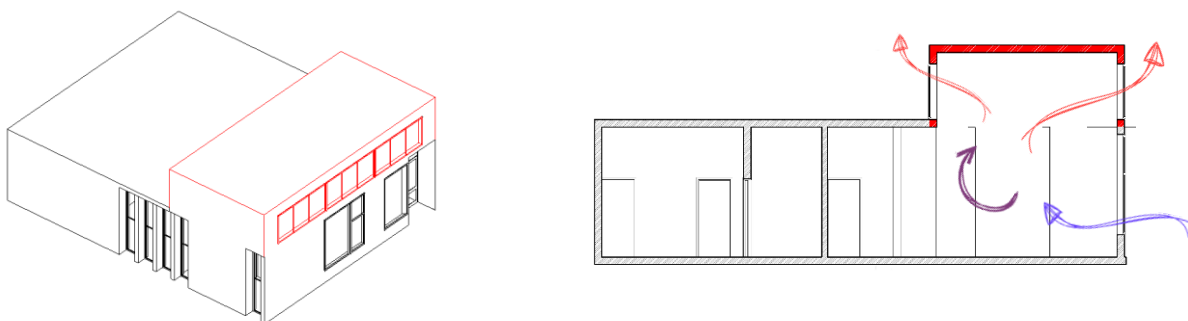


Figura 64: Representación de volumen doble altura en isométrica y esquema de ventilación

7.1.1 SAR LOS CERROS

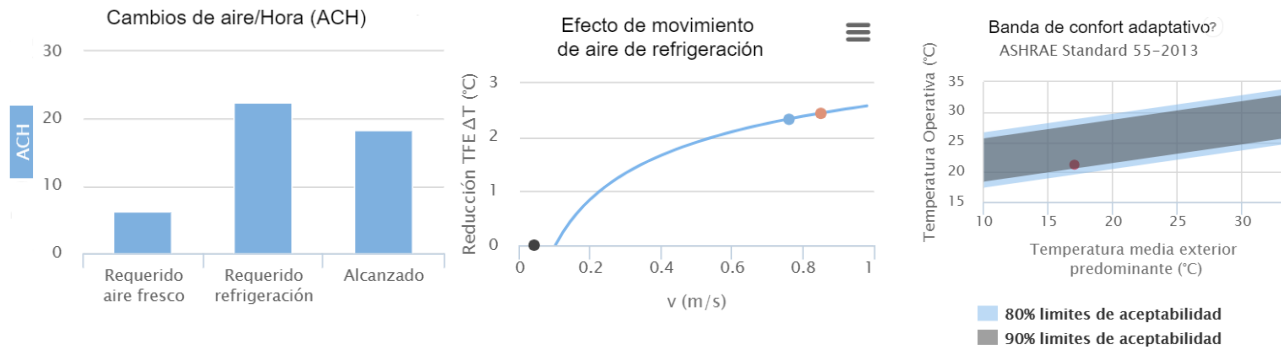


Figura 65: Gráficos de resultados simulacion con mejora doble altura para SAR Los Cerros

El caudal requerido es de 6,23; y lo alcanzado es de 18,42, con un área de entrada 1: 0,76m/s delta temperatura 2,33°C; y de salida 1 v:0,85m/s delta temperatura 2,44°C. Supera las renovaciones requeridas, gracias también al aumento de la velocidad del viento en el interior a través del efecto stack. Logrando un estado confortable.

7.1.2 SAR HUALPEN

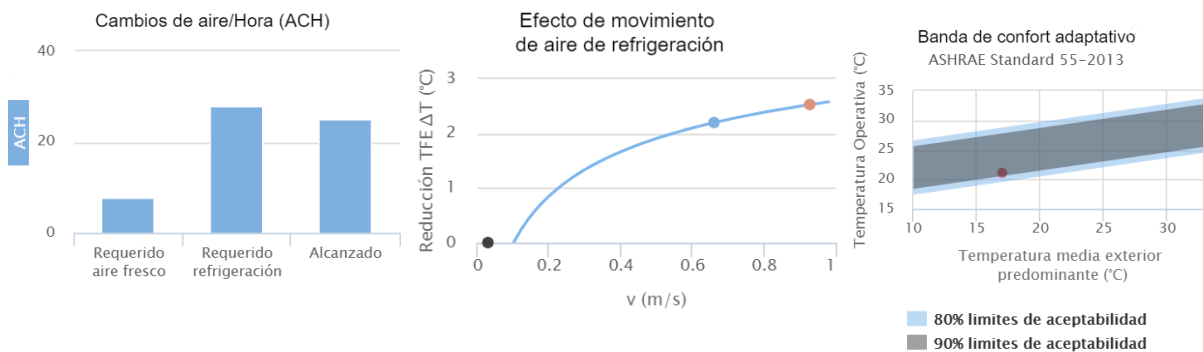


Figura 66: Gráficos de resultados simulacion con mejora doble altura para SAR Hualpén

Para el SAR Hualpén, el caudal requerido es de 7,74; y lo alcanzado es de 24,98 más del triple de lo exigido; con un área de entrada 1 v: 0,66m/s delta de temperatura: 2,20°C, y una de salida 1 v:0,93m/s delta de temperatura: 2,53°C. La velocidad del viento aumentó aún más que en caso anterior como se refleja en el gráfico central, generando un estado confortable.

7.2 Propuesta levantamiento cubierta

La segunda propuesta consiste en generar ventilación por efecto stack, con aberturas de salida mayor que las de ingreso. Esta mejora, a diferencia de la doble altura, tiene un volumen de aire menor, puesto que considera el aumento de altura solo en una sección.

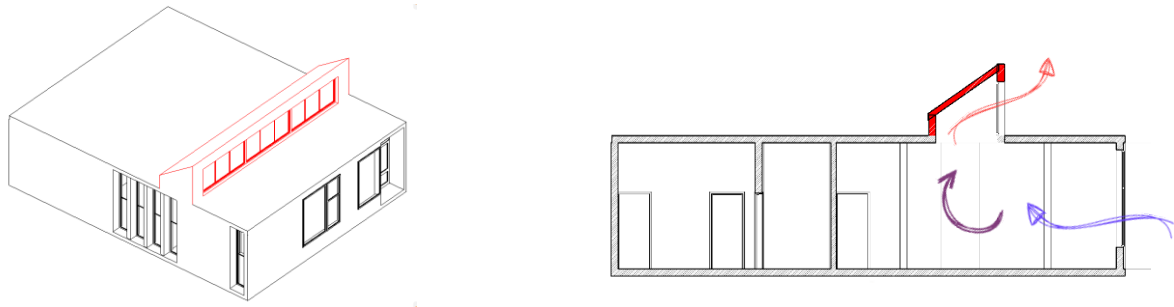


Figura 67: Representación levantamiento de cubierta en isométrica y esquema de ventilación

7.2.1 SAR LOS CERROS

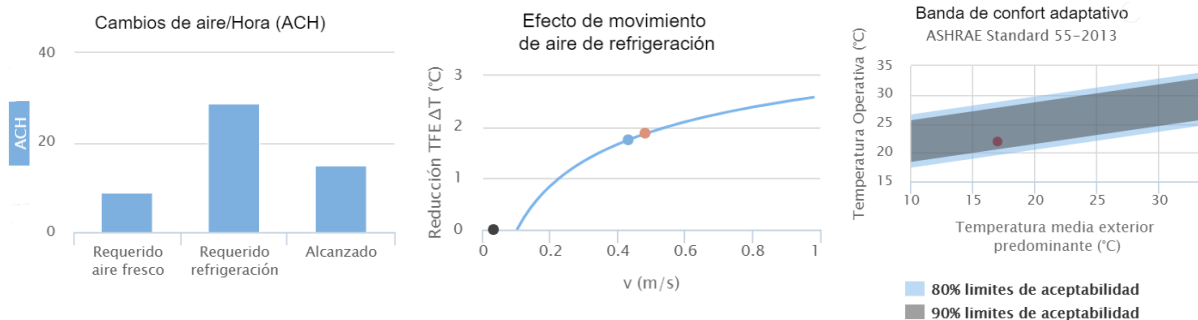


Figura 68: Gráficos de resultados simulación con mejora cubierta levantada para SAR Los Cerros

El caudal requerido para SAR Los Cerros es de 8,90; y lo alcanzado es de 15,05; casi el doble de lo requerido, con un área de entrada 1 v: 0,43m/s delta de temperatura: 1,75°C; y salida 1 v: 0,48m/s delta de temperatura: 1,88°C. A diferencia de la mejora anterior, este tiene una velocidad menor, sin embargo, de igual manera se encuentra en un estado confortable para ambos límites de 80 y 90%.

7.2.2 SAR HUALPEN

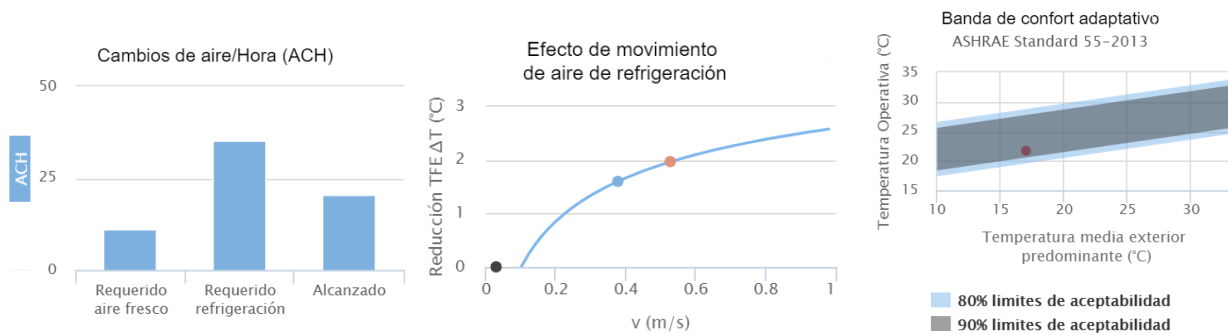


Figura 69: Gráficos de resultados simulacion con mejora cubierta levantada para SAR Hualpén

Para el caso del SAR Hualpén el caudal requerido es de 11,06; y lo alcanzado es de 20,38; el doble de lo exigido, con un área de entrada 1 v: 0,38m/s delta de temperatura: 1,60°C; y un área de salida 1 v:0,53m/s delta de temperatura: 1,97°C; A diferencia de la mejora anterior, esta tiene una velocidad reducida pero manteniendo un estado confortable.

7.3 Chimenea de ventilación

Esta propuesta también es de ventilación por efecto stack, pero a diferencia de la segunda, la salida del aire esta no en los muros, sino que, en la cubierta con aberturas de una superficie menor.

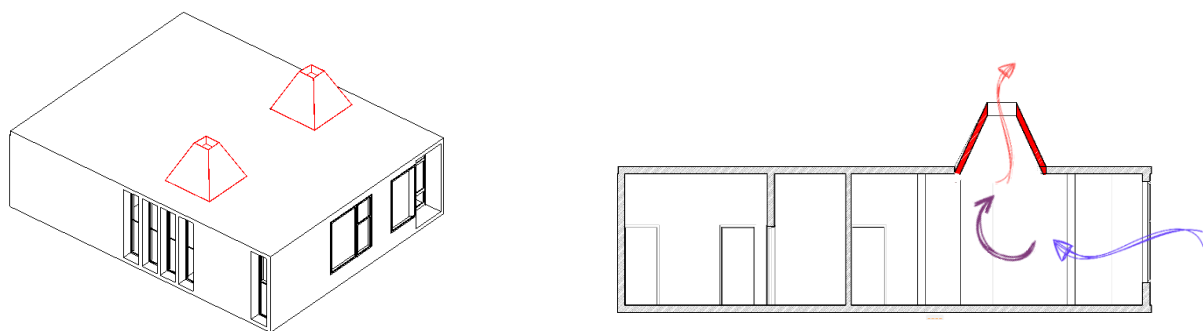


Figura 70: Representación chimenea de ventilación en isométrica y esquema de ventilación

7.3.1 SAR LOS CERROS

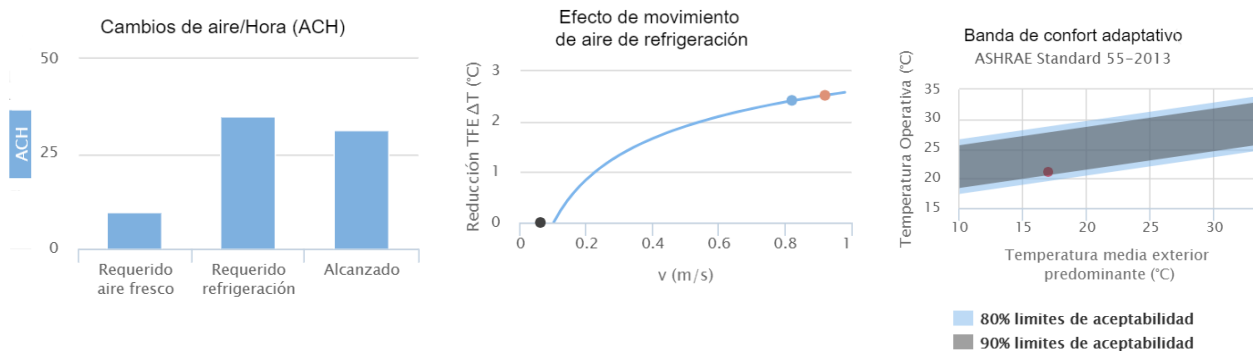


Figura 71: Gráficos de resultados simulacion con mejora chimenea de ventilación para SAR Los Cerros

El caudal requerido es de 9,73; y lo alcanzado fue notoriamente superior con 31,32 ach. El área de entrada 1 v: 0,82m/s delta de temperatura: 2,42°C; y salida 1 v:0,92m/s delta de temperatura: 2,52°C. Esto se debe también a la mayor velocidad que en las mejoras anteriores, por lo tanto, también se encuentra en estado confortable.

7.3.2 SAR HUALPEN

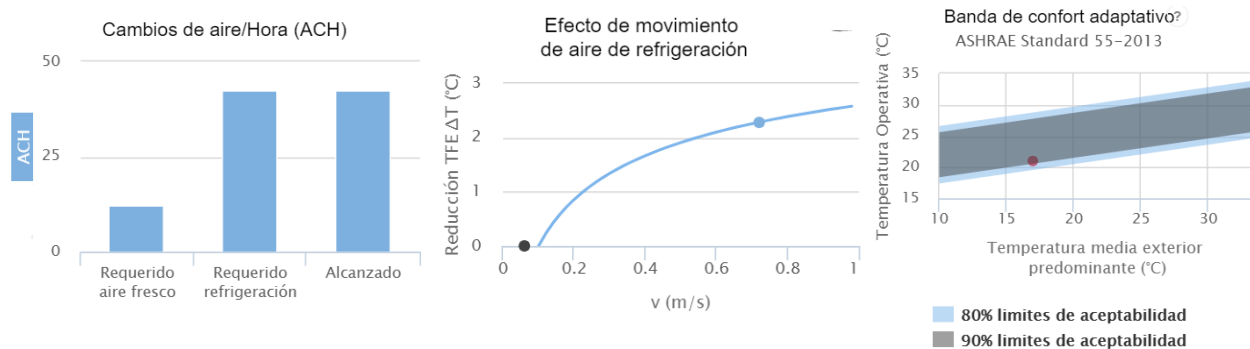


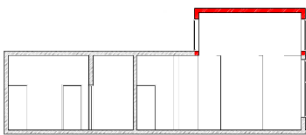
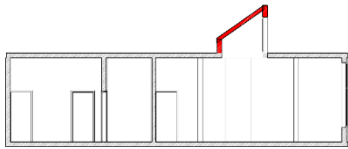
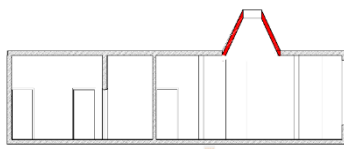
Figura 72: Gráficos de resultados simulacion con mejora chimenea de ventilación para SAR Hualpén

El caudal requerido es de 12,09; y lo alcanzado es de 42,41; prácticamente el triple más que lo requerido. El área de entrada 1 v:0,72m/s delta de temperatura: 2,28°C; y salida 1 v:1,01m/s delta de temperatura: 2,60°C; esta mejora alcanza la mayor velocidad encontrándose en un estado confortable.

7.4 Resumen resultados mejoras arquitectónicas

Con las simulaciones realizadas, es posible reconocer cuál de las estrategias es la que alcanza valores más altos de renovaciones aire hora, como se muestra en la tabla resumen:

Tabla 20: Resumen de resultados mejoras arquitectónicas

		Doble Altura	Levantamiento cubierta	Chimenea de ventilación
				
SAR Los cerros	Requerido	6,23	8,90	9,73
	Alcanzado	18,42	15,05	31,32
	Estado	Confortable	Confortable	Confortable
SAR Hualpén	Requerido	7,74	11,06	12,09
	Alcanzado	24,98	20,38	42,41
	Estado	Confortable	Confortable	Confortable

Todas las propuestas arquitectónicas presentaron mejoras notorias en relación a los caudales requeridos, siendo la chimenea de ventilación la que logra los valores más altos, seguido de la propuesta de doble altura y posteriormente el levantamiento de cubierta.

La altura en para efectos de ventilación es una variable primordial, porque aumenta el volumen de aire disminuyendo los requerimientos, aumenta los caudales en el efecto stack, y es un elemento arquitectónico fundamental en espacios donde se aglomera gran cantidad de personas, como sucede en algunos con las salas de espera.

Las propuestas no solo funcionan mejorando la calidad del aire interior al alcanzar y superar los requerimientos, sino que también son efectivas en el confort térmico de los ocupantes, ya que en todas se encuentra dentro del rango de confort.

8 Conclusiones

Con los antecedentes observados sobre las salas de espera, podemos decir que son espacios donde recurre gran cantidad de personas diariamente, pero no existe un número exacto, definiéndolo como un recinto con una ocupación variable. Este punto no es menor a considerar, puesto que, uno de los problemas que se detectó es las aglomeraciones en las salas de espera, por lo tanto, es importante saber el público que recurrirá a ese centro, pero además tener en cuenta horarios y temporadas peak para que este espacio no colapse.

Según las guías de diseño para Establecimientos de Mediana Complejidad 2019, la carga de ocupación debiese ser de 1m^2 por persona, pero en la actualidad es menor, de $0,8\text{m}^2$. El enfrentarnos a la pandemia del covid19, ha dejado en evidencia lo necesario que es el distanciamiento para evitar los contagios de enfermedades virales y respiratorias, pero también para ver que aquellos espacios en muchos casos son insuficientes y no dan abasto.

No solo la pandemia nos ha dejado al descubierto lo pequeño que se han hecho algunos espacios, sino también la importancia de la ventilación natural como un recurso para enfrentar este virus y otros, ya que es una fuente de energía natural e inagotable, que nos ayuda a limpiar el aire sin costo. El valor monetario no deja de ser un tema importante, saber ocupar los recursos que tenemos de una forma eficiente y recurrir en todos los casos que sea necesario a la ventilación natural, y cuando no sea posible complementar con la ventilación mecánica.

Hay otro punto muy relevante que nos toca a nosotros como arquitectos, la responsabilidad de diseñar los proyectos en la etapa de diseño, donde se puede generar el mayor ahorro energético, y para el caso de esta investigación, cumplir con las exigencias básicas al delimitar las salas de espera. En muchos casos se consideraban las circulaciones en la superficie destinada para sala de espera, esto como se observó al calcular los requerimientos de renovaciones aire hora (ACH) influía directamente en la cantidad de personas para lo que está diseñado el recinto. Esta variación en la ocupación, también alteraba los requerimientos de ach, es decir, para tener una estimación real de ventilación se debe precisar en el área de la sala de espera y procurar que cumpla con ser una superficie útil.

Para las simulaciones se obtuvieron resultados bajo escenarios de una ocupación de $0,8\text{m}^2$, en invierno y verano, donde quedo expresado las pocas estrategias de diseño en ventilación, solo

Conclusiones

contaban con ventilación natural por la puerta de acceso, eso nos hace detenernos y pensar que en los proyectos se basan plenamente en la ventilación mecánica como solución, y que la superficie acristalada está concentrada en una estrategia de iluminación más que de ventilación.

Con los análisis realizados, y con la problemática estudiada, una de las soluciones para disminuir las aglomeraciones en las salas de urgencia de los centros de salud de atención primaria, es incluir dentro de la ordenanza una subdivisión en cuanto a las categorías de salas de espera una exclusiva para las atenciones de urgencia, esto porque, no es lo mismo ir a un servicios de atención primaria a realizarse un control, donde los profesionales tienen una estimación de la cantidad de personas que irá a controlarse, que una sala de espera en urgencias donde no se tiene una estimación exacta de la cantidad de usuarios que puede llegar al lugar. Por lo tanto, para salas de espera de controles mantener una carga de ocupación de $0,8\text{m}^2$; pero para las de atención de urgencia aumentar el metro cuadrado por persona a 1. Con esto, también ayudaríamos a reducir los contagios de enfermedades, mejorar la calidad del aire interior, y el confort ambiental para los usuarios.

En general, según los centros de salud analizados, la mayoría de ellos no incluye estrategias de ventilación natural en la etapa de diseño, por lo que las propuestas de mejoras arquitectónicas de esta investigación apuntaron principalmente a las mejoras para edificaciones existentes, que puedan potenciar la ventilación natural y mejorar el desempeño en relación a la calidad del aire interior. Las tres propuestas presentaron resultados favorables de ventilación natural, y a su vez mantuvieron un estado confortable, sin embargo, la que obtuvo mejores resultados fue la chimenea de ventilación.

El resultado de esta investigación abre una posibilidad de diseño a incorporar a las edificaciones existentes, para mejorar su sistema de ventilación sin recurrir a gastos energéticos asociados a la ventilación mecánica. Sin embargo, en el caso del clima estudiado esta solo se puede aplicar en estaciones de verano y no en invierno, por lo que una ventilación híbrida es la mejor opción, y debe ser evaluada para otros tipos de climas.

8.1 Limitaciones de la investigación

Dentro de todo este recorrido investigativo, hay algunas acciones que fueron imposibles de realizar en contexto pandemia. Se priorizó un trabajo de escritorio para resguardar la salud del investigador, lo que dejaron fuera mediciones que podrían haberse realizado insitu, como medición de CO₂ como factor de calidad del aire interior, y estimación del flujo de usuarios en las salas de espera, que se podría haber realizado con un permiso para poder ingresar al servicio de salud y estar como observador durante el día las horas necesarias. Pero dado el contexto de pandemia, esto no fue posible.

Otra limitación es en relación al programa Optivent, al tener que elegir una estrategia de ventilación predeterminada, no da la flexibilidad de mantener la estrategia de ventilación, pero modificando la volumetría, lo que deja fuera otras alternativas de mejoras arquitectónicas al no poder simularlas. También, un punto que puede influir en los resultados, es la superficie vidriada del proyecto, esta no se solicita en el programa, solo se pide el área de la abertura, pero no de la superficie vidriada. Esto puede influir porque, si gran parte de la edificación considera superficie vidriada, genera importantes ganancias de calor en verano por radiación y grandes pérdidas en invierno por la alta transmitancia térmica, lo que, a su vez, influye en los requerimientos de ventilación.

9 Futuras investigaciones

Una línea de investigación que puede aportar a este estudio, es realizar el mismo trabajo, pero con mediciones de CO₂ y hacer una correlación con el desempeño de la ventilación natural, sumado a un trabajo de campo que entregue estimaciones más cercanas a la realidad de los usuarios que recurren a estos centros de salud, y aproximarse cada vez más a la realidad obteniendo un resultado más preciso. Personalmente creo que el área de salud, puede ser aún más estudiada, no solo de las salas de espera, sino también de área de hospitalizaciones u otro recinto e ir incorporando la ventilación natural, por supuesto sin perjudicar las normativas.

Es un campo muy interesante, donde se puede entrelazar la arquitectura con la salud de los pacientes, y no solo la salud, sino que la recuperación de ellos.

Referencias bibliográficas

Asencio Fernández, E., & Jara Rivera, A. (2013). *Encuesta Satisfacción Usuaría , Atención De Urgencia*. http://200.72.31.211/documentos/197/Satisfaccion_Usuaría_Urgencia_2013.pdf

De, M. N. (2009). *Salud de Chile*. 1–104.

Farmacia, D. 403, De Diseño, G., Establecimientos, P., De, H., & Complejidad, M. (2019). *GUÍA DE DISEÑO PARA ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD 2019 D.- Relaciones funcionales y unidades*. 0–100.

Gonzalo, G. E., & Nota, V. M. (2015). *Manual de arquitectura bioclimática y sustentable*.

Learning, M., & Cookbook, R. (n.d.). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析*Title.

Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental*.

Nacional, S., Ambiental, C., & Energ, E. (n.d.). *Hospitales*.

No Title. (2017).

OMS. (2017). *Estrategia de Cooperación: Chile*. 1–2. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/137149/ccsbrief_chl_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud. (2007). *Prevención y control de infección en enfermedades respiratorias agudas con tendencia epidémica y pandémica durante la atención sanitaria - Pautas provisionales de la OMS*. 49–50. <https://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/vir-flu-prev-ctl-irag-epi-pan-6-2007.pdf?ua=1>

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2009). *Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud*. http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natual_spa_25mar11.pdf

Ponce Varillas, T. I. (2017). Hacinamiento en los servicios de emergencia. *Anales de La Facultad de Medicina*, 78(2), 115. <https://doi.org/10.15381/anales.v78i2.13221>

CENTRO DE POLITICAS PUBLICAS UC. La espera en el sistema de salud chileno: una oportunidad para poner a las personas al centro. Santiago de Chile, 2017. ISSN 0718-9745.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de asistencia sanitaria. Washington, D.C, EE.UU. 2010. ISBN: 978-92-75-33153-8

J. DE LA FLOR I BRÚ. Infecciones de vías respiratorias altas-1: resfriado común. Barcelona, España, 2013.

Usha Satish, Mark J. Mendell, Krishnamurthy Shekhar, Toshifumi Hotchi, Douglas Sullivan, Siegfried Streufert y William J. Fisk. Is CO2 an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance. New York USA, 2012.

MATUS, P. *Evaluación comparativa de la calidad del aire interior en aulas escolares con y sin estrategias de eficiencia energética ubicadas en Concepción*. Concepción Chile, 2014.

OGUC. *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Chile, 2018.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. 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, Chile 2015.

MINISTERIO DE SALUD. Guía de Diseño para Establecimientos Hospitalarios de Mediana Complejidad, 2019. Todos los derechos reservados. Santiago de Chile, 2019.

MINISTERIO DE SALUD. Manual Administrativo para Servicios de Atención Primaria de Urgencia. Santiago de Chile, 2016.

MINISTERIO DE SALUD. Orientaciones Técnicas para el Rediseño al Proceso de Atención de Urgencia de Adulto, en las Unidades de Emergencia Hospitalaria. Santiago de Chile, 2018.

MINISTERIO DE SALUD. Medición nacional de satisfacción usuaria en la red publica de salud de Chile. Santiago de Chile, 2009.

MINISTERIO DE SALUD. Anexo informe estudio nacional de percepcion del trato a usuarios en establecimientos del sistema publico de salud. Santiago de Chile, 2014.

Departamento de Estadísticas e Información de Salud [en línea] [fecha de consulta: 25 de abril 2020]. Disponible en: <http://cognos.deis.cl/ibmcognos/cgi-bin/cognos.cgi>

REVISTA DE DESCONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, RECURSOS ENERGÉTICOS Y SUSTENTABILIDAD 2016. Climatización sin norma. InduAmbiente. Santiago: N°139, pp. 100-102. ISSN-0717-0432.

Gardner J. Centers for Disease Control: guideline for isolation precautions in hospitals. American Journal of Infection Control, 1996, 24:2–52.

Dragan A. HVAC design approach and design criteria for health care facilities. ASHRAE Transactions: Annual Meeting, 2000:637–645.

Mills F. Indoor air standards in hospitals. Business Briefing: Hospital Engineering and Facilities Management, 2004:43–46.