

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN
VENTANILLAS DE ATENCIÓN A PÚBLICO Y SALA DE ESPERA DEL HOSPITAL
PENCO-LIRQUÉN COMO ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE ENTORNOS
SALUDABLES**

Trabajo de titulación para optar al Título Profesional de
INGENIERO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:

Gustavo Ascencio Sanzana

Profesor guía:

Víctor Lizama Molina

2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

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

Título del trabajo: **EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN VENTANILLA DE ATENCIÓN A PÚBLICO Y SALA DE ESPERA DEL HOSPITAL PENCO LIRQUÉN COMO ESTRATÉGIA PARA LA GESTIÓN DE ENTORNOS SALUDABLES.**

Nombre del candidato(a): **GUSTAVO ALEJANDRO ASCENCIO SANZANA**

Carrera / Grado: **INGENIERÍA EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES**

Campus: **CONCEPCIÓN** Departamento: **CONSTRUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS**

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Victor Lizama N., en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

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

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

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

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

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

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

4.- FIRMAS

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

Fecha: 11/12/25

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 11/12/25

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

El presente estudio se centra en la evaluación de la calidad del aire interior en el Hospital Penco-Lirquén, específicamente en diversas dependencias administrativas de su primer nivel. Para ello, se analizaron variables ambientales críticas como el dióxido de carbono (CO₂), la temperatura, la humedad relativa y el material particulado fino (MP2.5). La metodología incluyó mediciones instrumentales de dichos contaminantes y la aplicación de la Norma Técnica de Prevención (NTP 289) mediante el cuestionario de edificio enfermo, dirigido al personal para captar sus percepciones sobre el confort y la calidad ambiental.

Considerando la influencia directa que la calidad del aire ejerce sobre la salud de pacientes y personal hospitalario, los hallazgos fueron comparados rigurosamente con los estándares establecidos por la normativa nacional e internacional. Esta comparación reveló la existencia de condiciones subestándares en determinadas variables ambientales. En respuesta a estas deficiencias, se desarrolló un plan de mejora estratégico, diseñado para implementar acciones correctivas y de control. Con el fin de optimizar las condiciones ambientales internas, garantizar la adherencia normativa, salvaguardar la salud ocupacional y, de forma complementaria, informar a los pacientes sobre las campañas de vacunación y la oferta de centros de atención.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN	2
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA.....	6
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	1
OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVO ESPECÍFICO	4
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.....	5
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y CONDICIONES INFLUYENTES.....	9
CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL	17
LEY N° 16.744/1968 DEL MINISTERIO DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL SUBSECRETARÍA DE PREVISIÓN SOCIAL, ESTABLECE NORMAS SOBRE ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES.....	17
D.S. N° 594/2000 DEL MINSAL, APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS QUE HAY QUE TENER EN EL LUGAR DE TRABAJO.....	18
NT 112 IMPORTANCIA DEL USO DE VENTILACIÓN COMO MÉTODO DE CONTROL DE CONTAMINANTES EN RECINTOS HOSPITALARIOS	20
ASHRAE 62.1: VENTILACIÓN PARA UNA CALIDAD ACEPTABLE DEL AIRE INTERIOR	23
ASHRAE 55: CONDICIONES AMBIENTALES TÉRMICAS ACEPTABLES PARA OCUPACIÓN HUMANA EN EDIFICIOS	24
NTP 549: EL DIÓXIDO DE CARBONO EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.....	25
NTP 289: SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO: FACTORES DE RIESGO	26
MATERIALES Y MÉTODOS	27
<i>FIGURAS REPRESENTATIVAS DE ESPACIOS ANALIZADOS.....</i>	29
CAPÍTULO 4: RESULTADOS	31
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	48
PLAN DE MEJORA	55
5.1 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	55
5.2 ACCIONES CORRECTIVAS	57
BIBLIOGRAFÍA.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Mapa de contaminación de aire viernes 21 de marzo 11:00 AM

Figura 1-2 mapa de contaminación de aire viernes 21 de marzo 11:00 AM

Figura 1-3 vista satelital del hospital Penco-Lirquén

Figura 1-4 Estructura jerárquica Hospital Penco – Lirquén

Figura 1-5 diagrama de flujo de atención urgencias

Figura 3-1 Sala urgencias y admisión urgencias

Figura 3-2 Imagenología, unidad GES y de demanda de personas

Figura 3-3 Oftalmología

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Aplicaciones del dióxido de carbono en la evaluación de la calidad de aire interior

Tabla 2-2 Número de casos positivos de virus respiratorios detectados por año

Tabla 3-1 Normativa internacional y nacional aplicada para evaluar calidad del aire en recintos hospitalarios

Tabla 3-2 Parámetros de diseño

Tabla 3-3 Parámetros Ashrae 62.1

Tabla 3-4 Parámetros Ashrae 55

Tabla 3-5 Áreas seleccionadas para las mediciones de las condiciones ambientales (Co₂, temperatura, humedad) en el primer nivel del hospital Penco-Lirquén.

Tabla 4-1 Datos oficina SOME

Tabla 4-2 Datos sala de espera urgencias

Tabla 4-3 Datos oficina GES

Tabla 4-4 Datos oficina jefatura GES

Tabla 4-5 Oficina demanda de personas

Tabla 4-6 Datos oficina imagenología

Tabla 4-7 Oficina oftalmología

Tabla 4-8 Oficina Recaudación

Tabla 4-9 Oficina SOME

Tabla 4-10 Oficina demanda de personas

Tabla 4-11 Oficina imagenología

Tabla 4-12 Oficina jefatura GES

Tabla 4-13 Oficina unidad GES

Tabla 4-14 Oficina recaudación

Tabla 4-15 Oficina oftalmología

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Número de Virus Respiratorios detectados por agente y porcentaje de posibilidad del total de las muestras analizadas, según semana epidemiológica. Chile 2021-2025

Gráfico 2-2 Agentes virales detectados por grupo etario, semana epidemiológica N°10

Gráfico 4-1 Tendencia de °C, humedad y CO₂

Gráfico 4-2 Concentraciones de CO₂ por hora en oficina SOME

Gráfico 4-3 % de humedad por hora en oficina SOME

Gráfico 4-4 Temperatura en grados °C por hora en oficina SOME

Gráfico 4-5 Distinción de motivo de consulta respiratorio o no respiratorio pacientes atendidos el día 7 de abril en urgencias

Gráfico 4-6 Rangos etarios de pacientes atendidos el día 7 de abril en urgencias

Gráfico 4-7 Agrupación usuarios de atención a urgencia por hora

Gráfico 4-8 Concentraciones de CO₂/ppm en los puntos de medición

Gráfico 4-9 Mediciones de temperatura en dependencias del recinto hospitalario

Gráfico 4-10 Mediciones de MP 2,5 en dependencias del recinto hospitalario

Gráfico 4-11 Encuesta edificio enfermo

Gráfico 4-12 Género de trabajadores

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

- EPA: united States Environmental protection agency (agencia de protección ambiental de estados unidos)
- AQI: Air quality index (índice de calidad de aire)
- MP 2,5: material particulado de aerosol con un diámetro aerodinámico inferior o igual a un nominal de 2,5 μm
- MP10: material particulado de aerosol con un diámetro aerodinámico inferior o igual a un nominal de 10 μm
- SINCA: sistema de información nacional de calidad del aire
- SEE: Síndrome de edificio enfermo
- COV: Compuestos Orgánicos volátiles
- MERV-8: Filtro con eficiencia 8 para sistemas HVAC
- GUV: Sistemas con lámparas ultravioleta germicida
- LEP: Límite de exposición permisible
- Rp:Tasa de ventilación por persona
- Ra:Tasa de ventilación por área
- ppm: Partes por millón
- DAU: Datos de atención de urgencias
- NTP: Notas técnicas de prevención
- ISP: Instituto de Salud Pública de Chile

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire en recintos hospitalarios representa un desafío crítico que requiere atención constante, dado su impacto directo en la salud de pacientes y personal. Implementar medidas efectivas de control y monitoreo ambiental es fundamental para asegurar un entorno seguro y propicio para la atención médica. Entre los principales contaminantes del aire, tanto en espacios interiores como exteriores, se incluyen el material particulado fino (PM_{2.5}), el material particulado grueso (PM₁₀), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el monóxido de carbono (CO), el ozono troposférico (O₃) y, de manera destacada, el dióxido de carbono (CO₂), cuya concentración puede servir como indicador de la eficiencia en ventilación y ocupación de los espacios.

En el contexto chileno, donde en muchas regiones la calidad del aire exterior es deficiente, la preocupación por la calidad del aire interior se intensifica. Se recomienda mantener niveles bajos de contaminantes como las partículas en suspensión (PM_{2.5} y PM₁₀), los compuestos orgánicos volátiles (COV), y en particular, el CO₂, ya que su acumulación está estrechamente relacionada con una ventilación inadecuada. Además, la temperatura y la humedad relativa son variables ambientales fundamentales que influyen tanto en el confort térmico como en la proliferación de agentes patógenos y contaminantes. Por ello, el monitoreo continuo de parámetros como CO₂, temperatura y humedad relativa, junto con una adecuada ventilación y sistemas de filtración eficientes, se convierte en un componente esencial para garantizar ambientes hospitalarios saludables y seguros.

JUSTIFICACIÓN

Los datos de monitoreo mostrados en SINCA corresponden fundamentalmente al monitoreo de condiciones de la calidad del aire. Sobre esta variable inciden varios factores, como la presencia de contaminantes in situ, el transporte de contaminantes desde otras zonas, las condiciones de estabilidad atmosférica, la presencia de radiación solar, los procesos de formación y destrucción de dichas sustancias en la atmósfera, etc. Por lo tanto, el valor de la medición Representa el aporte de los diversos componentes sobre el volumen de aire monitoreado en ese instante en ese lugar, y es por ello deducible que muchas de las estaciones de monitoreo, especialmente aquellas en zonas urbanas, están midiendo no sólo el impacto de una fuente en particular, sino que, de varias actividades, tales como tránsito vehicular, quema de combustibles en ámbito comercial o doméstico, uso de solventes o compuestos volátiles, etc.

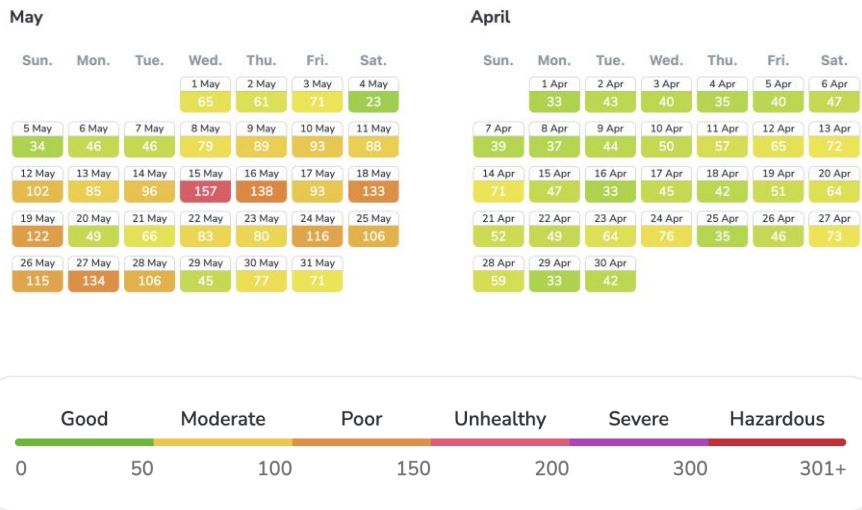


figura 1-1 Mapa de contaminación del aire viernes 21 de marzo 11:00 AM
 Fuente: Estación PLECAD UCSC.

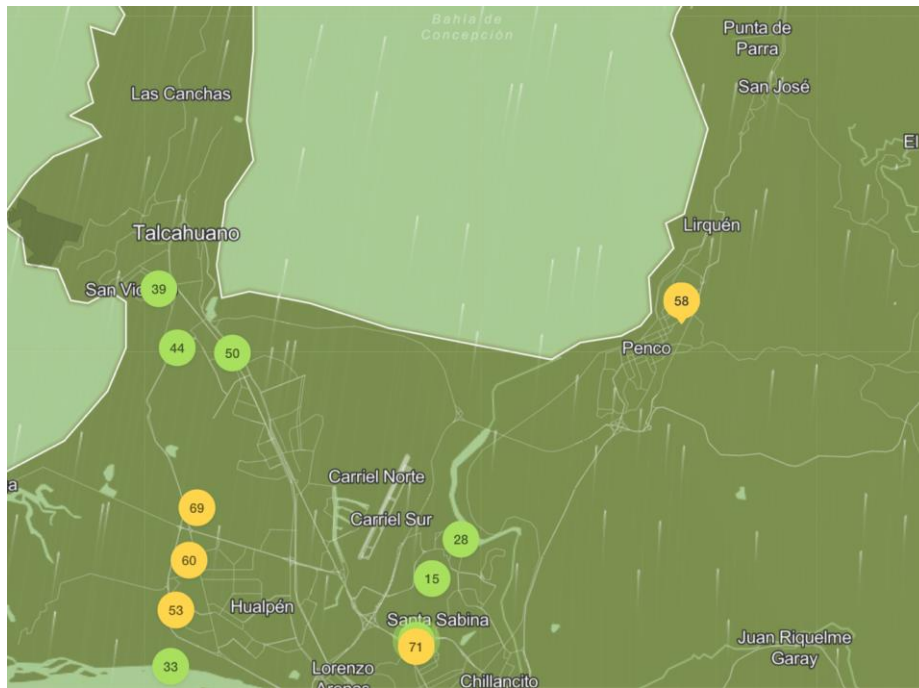


Figura 1-2 Mapa de contaminación de aire viernes 21 de marzo 11:00 AM
 Fuente: Estación PLECAD UCSC.

En todos los casos, los sistemas de ventilación tienen un papel protagonista a la hora de reducir estas afecciones, ya que permiten controlar los niveles de humedad para evitar la aparición de mohos, evitar las concentraciones excesivas de los contaminantes; o el filtrado de partículas procedentes del exterior. Se recomienda ventilar los espacios habitables incluso cuando no haya presencia, manteniendo un caudal mínimo de 1,5 l/s por espacio y niveles de CO2 por debajo de 900 PPM.

La evaluación de las condiciones de ventilación industrial en hospitales es fundamental para garantizar un ambiente seguro y saludable tanto para pacientes como para el personal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las condiciones de la calidad de aire interior en las ventanillas de atención al público y sala de espera de urgencias del primer nivel del Hospital Penco-Lirquén para lograr entornos saludables de trabajo.

OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Caracterizar el centro asistencial y la zona geográfica donde se emplaza el centro de salud a medir.
2. Evaluar la calidad del aire en las ventanillas de atención al público y en la sala de espera de urgencias del primer nivel del Hospital Penco-Lirquén, mediante mediciones de CO₂, temperatura, humedad y MP 2.5, junto con encuestas sobre síndrome de edificio enfermo, comparando los resultados con la normativa vigente.
3. Elaborar una propuesta de mejora en base a los resultados obtenidos contrastando con lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

El Hospital Penco-Lirquén forma parte de la red hospitalaria del Servicio de Salud Talcahuano, en la ciudad de Concepción, Región del Biobío. Se trata de un establecimiento de mediana complejidad, ubicado geográficamente en Camino a Tomé S/N, sector Lirquén, en la comuna de Penco. La infraestructura del hospital abarca una superficie construida de 29.000 m² y se encuentra rodeado por zonas residenciales, así como por diversas empresas colindantes, entre las que destacan Puerto Lirquén, Indura y Vidrios Lirquén. A algunos kilómetros del recinto también se ubican proyectos forestales pertenecientes a la empresa Arauco.

Según el Censo de 2017, la población de la comuna de Penco ascendía a 47.367 habitantes, mientras que la proyección para el año 2024 estima una población de 49.730 personas. Por su parte, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) indica que la población actual es de 50.189 habitantes, compuesta en un 51,5% por mujeres y un 48,5% por hombres. De acuerdo con los datos entregados por el Servicio de Salud Talcahuano, durante el año 2023 el número de beneficiarios del Hospital Penco-Lirquén fue de aproximadamente 45.902 personas.



Figura 1-3 Vista satelital del hospital Penco-Lirquén

Fuente: Pagina web Google Earth.

1.2 ORGANIGRAMA

La Figura 2 presenta la estructura jerárquica y funcional del Hospital Penco-Lirquén, evidenciando la distribución de roles que posibilitan el adecuado funcionamiento y coordinación de la institución. Esta representación visual contribuye a una mejor comprensión de las relaciones e interacciones entre los distintos departamentos y niveles administrativos.

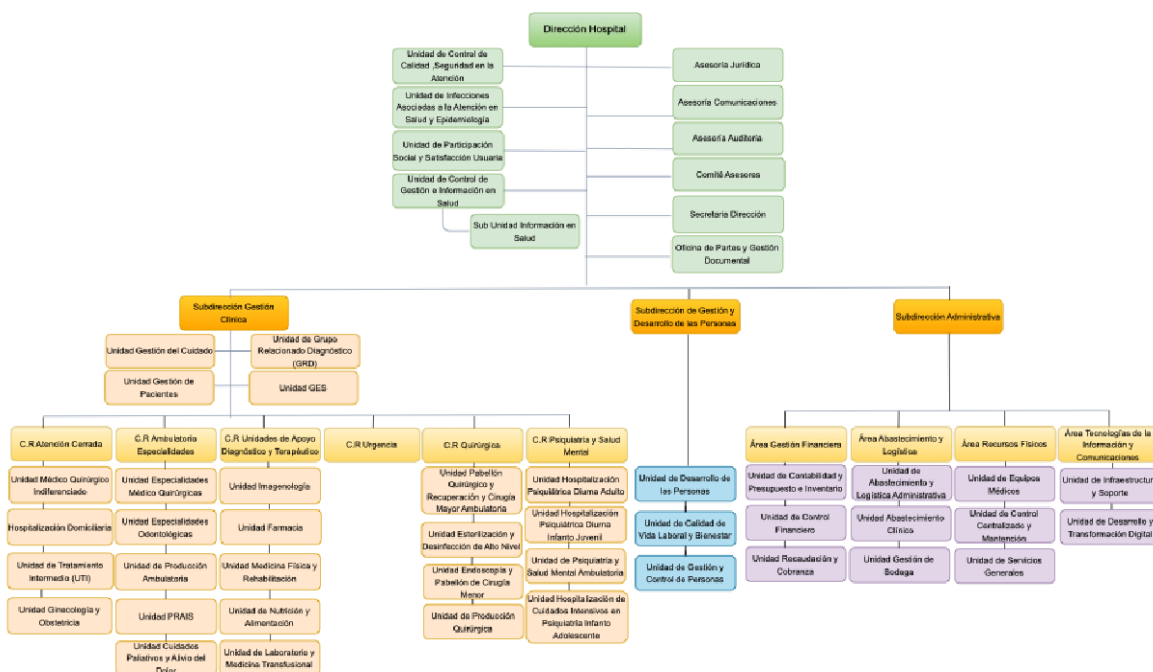


Figura 1-4 Estructura jerárquica Hospital Penco – Lirquén

Fuente: Pagina web Hospital Penco – Lirquén.

1.3 RESEÑA HISTÓRICA

El Hospital Penco Lirquén inició su funcionamiento formal en 1961, contando inicialmente con policlínicos, salas de hospitalización, pabellones quirúrgicos y personal médico. En 1965 se realizaron las primeras cirugías y se habilitaron salas de maternidad.

En 2008, un incendio destruyó el 60% de su infraestructura, afectando gravemente áreas clave como urgencia, farmacia, rayos y atención ambulatoria. Gracias a un plan de contingencia, las labores asistenciales continuaron, utilizando infraestructura provisoria como containers.

Esto impulsó a la comunidad y autoridades a proyectar un nuevo hospital, dando origen al proceso de normalización. El nuevo recinto fue construido en dos etapas, con una inversión total de más de 43 mil millones de pesos, ampliando su superficie de 3.000 a más de 29.000 m².

La segunda etapa comenzó en 2014 e incluyó tres edificios (A, B y C), 61 camas, dos pabellones quirúrgicos, sala de partos, hospital de día para salud mental, y un centro de especialidades con 60 box de atención. El nuevo hospital se consolidó como un centro de mediana complejidad con modernas instalaciones y equipamiento.

1.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO ATENCIÓN URGENCIAS.

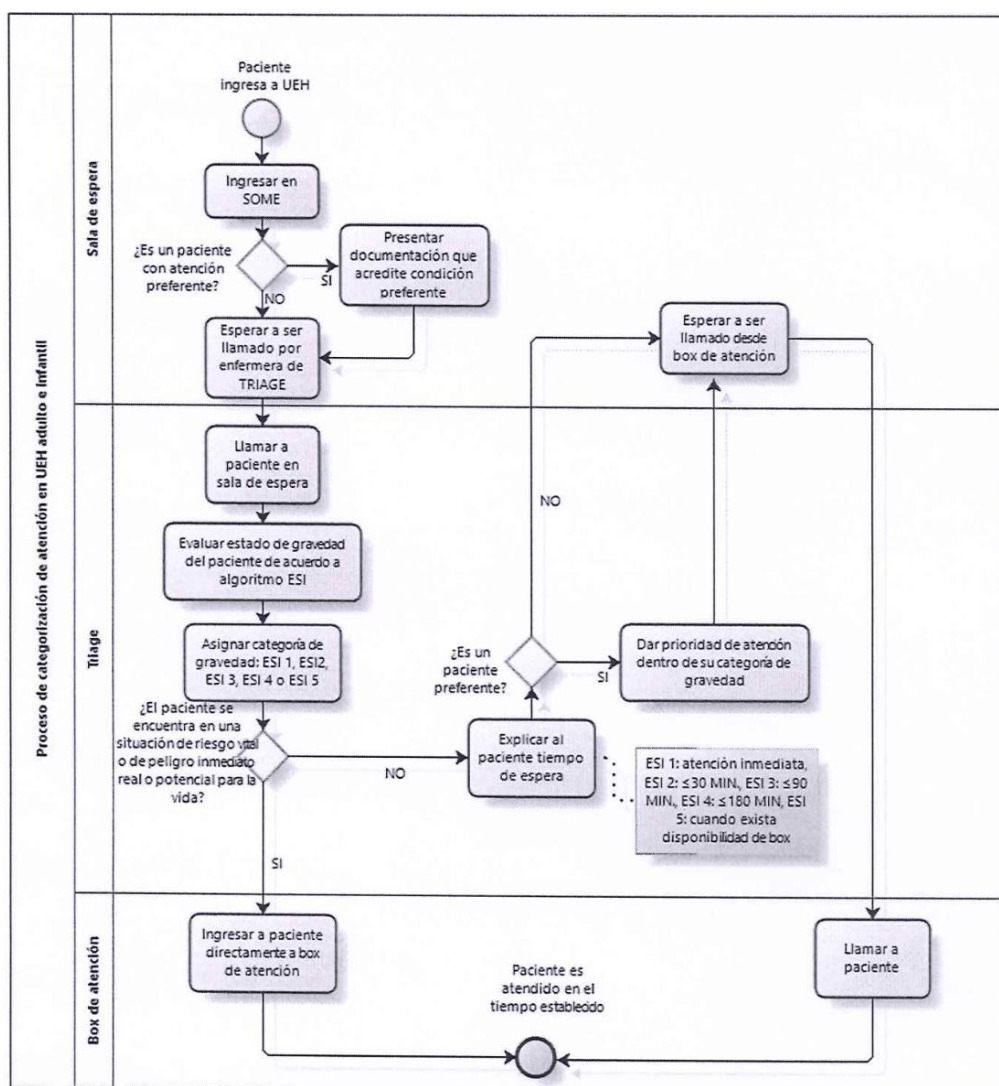


Figura 1-5 Diagrama de flujo de atención urgencias

Fuente: proceso de urgencias servicio de salud Araucanía.

1.4.2 ATENCIÓN AMBULATORIA.

En el caso de los otros puestos de trabajo, la dinámica de atención varía según el servicio. En unidades como Oftalmología, Imagenología y Demanda de Personas, se observa una alta afluencia de público durante los días en que se realiza la programación de horas, específicamente el segundo lunes y martes de cada mes, ya que la asignación se hace por orden de llegada. El resto del mes, la atención se limita a anunciar la llegada del paciente previamente citado, para luego proceder con su atención, lo que implica una menor concentración de personas en estos espacios.

En contraste, áreas como Recaudación o GES no presentan días específicos con alto flujo de usuarios, ya que la atención depende directamente de las necesidades individuales de cada paciente, generando una dinámica más constante pero menos aglomerada.

1.5 MISIÓN Y VISIÓN

1.5.1 Misión

“Somos un hospital de mediana complejidad, asistencial- docente, perteneciente a la red del Servicio de Salud Talcahuano, que proporciona a la comunidad una atención de salud cordial centrada en las personas, de forma oportuna, integral, segura y de calidad disponiendo para ello de un nivel de competencias y recursos adecuados”.

1.5.2 Visión

“Ser un hospital de excelencia, destacado por su atención oportuna y resolutive, reconocido por la efectividad y vanguardia en la gestión de sus recursos y procesos. Con un enfoque en el usuario y una activa participación de la comunidad”.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y CONDICIONES INFLUYENTES

1.1 EL DIÓXIDO DE CARBONO COMO CONTAMINANTE

El dióxido de carbono es un asfixiante simple que actúa básicamente por desplazamiento del oxígeno y que a elevadas concentraciones (>30.000 ppm) puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición. Es un componente del aire exterior en el que se encuentra habitualmente a niveles entre 300 y 400 ppm, pudiendo alcanzar en zonas urbanas valores de hasta 550 ppm. El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT para exposiciones diarias de 8 horas es de 5.000 ppm con un valor límite para exposiciones cortas de 15 minutos de 15.000 ppm. Estos valores son difíciles de encontrar en ambientes interiores no industriales como son oficinas, escuelas y servicios en general. En la práctica, en estos recintos se encuentran valores de 2.000 y hasta 3.000 ppm.

Si se superan estos niveles puede deberse a una combustión incontrolada, en cuyo caso el riesgo para la salud puede no ser debido al dióxido de carbono sino a la presencia de otros subproductos de la combustión, principalmente el monóxido de carbono (CO), cuyo límite de exposición es muy inferior (25 ppm).

2.2 EL DIÓXIDO DE CARBONO COMO INDICADOR DE OLOR

La emisión de dióxido de carbono en la respiración humana está ligada a la de otros productos procedentes del metabolismo humano (agua, aerosoles biológicos, partículas, alcoholes, aldehídos, etc.) llamados bioefluentes y responsables de la carga de olor por ocupación humana de un local. Por ello, el nivel de concentración de dióxido de carbono en un ambiente interior puede tomarse, si no hay otras fuentes contaminantes, como indicador de la carga de olor existente debida a sus ocupantes. Para establecer valores de referencia se han realizado estudios con personas a distintas tasas de ventilación y aunque existen datos que sugieren que a 600 ppm los individuos más sensibles ya manifiestan quejas y molestias, en la práctica se acepta que no debe superarse una concentración de 1.000 ppm de dióxido de carbono con el fin de evitar problemas de olor y para que el aire sea considerado aceptable para aproximadamente el 80% de los visitantes del local. Los ocupantes adaptados, es decir los que llevan un cierto tiempo en el local, pueden no notar molestias, en términos de olor corporal, hasta que la concentración de dióxido de carbono supera 2.000 ppm. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el hecho de

que no se superen en un local estos niveles de dióxido de carbono no garantiza la ausencia de compuestos de origen distinto a los ocupantes (materiales, productos de consumo, actividades, etc.) que puedan ser molestos o nocivos para la salud.

Informaciones sobre el sistema de ventilación que pueden obtenerse a partir de la determinación de dióxido de carbono entre otros problemas que pueden existir en el suministro de aire de renovación de un edificio y que es posible identificar a través de mediciones de dióxido de carbono destacan los que se comentan a continuación.

2.3 REENTRADA DE AIRE

La concentración de dióxido de carbono en el aire de expulsión siempre es relativamente más alta que en el aire exterior debido a la ocupación del edificio y a las actividades desarrolladas (combustiones). Valores altos de la concentración de dióxido de carbono en los puntos de toma de aire, comparados con valores en otros puntos del exterior, podrían indicar una reentrada del aire de expulsión en función de los vientos de la zona. Otra posible causa de concentración alta de dióxido de carbono en las tomas de aire es la existencia de focos contaminantes exteriores (extracciones provenientes de garajes, existencia de muelles de carga de camiones o tráfico elevado).

2.4 DISTRIBUCIÓN DE LA VENTILACIÓN

Cuando los niveles medios de concentración de dióxido de carbono medidos en los registros de retorno son superiores a los valores de dióxido de carbono medidos en los conductos de retorno, generalmente quiere indicar que existe una fuga del aire de suministro hacia el pleno de retorno o también una entrada de aire exterior a este pleno. Por una parte, una fuga de aire exterior puede implicar la existencia de problemas de temperatura y/o de humedad. Por otra parte, una fuga de aire exterior o de suministro significa un coste energético mayor, aunque se esté proporcionando una ventilación adecuada a los ocupantes.

Si la concentración de dióxido de carbono en la toma de aire exterior del sistema de ventilación es significativamente inferior a la que se suministra por las rejillas de distribución, habrá que cuestionarse la eficiencia de las unidades de tratamiento de aire para tomar aire del exterior y distribuirlo a las áreas ocupadas. Midiendo el caudal en la toma de aire exterior y comparándolo con la cantidad de aire que llega a los registros de suministro (por ej. utilizando el método del

porcentaje de aire exterior, se puede determinar si el valor de concentración más elevado en el suministro se corresponde con la mezcla diseñada de aire de retorno y aire exterior.

2.5 VÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE CONTAMINANTES

El uso del dióxido de carbono como gas trazador permite aplicar las técnicas de cálculo con la ventaja del menor coste de la instrumentación. Si en una zona se introduce un gas trazador, su concentración puede medirse en zonas adyacentes para determinar el transporte y distribución del gas inyectado. Si se utiliza dióxido de carbono esto sólo es aplicable para zonas no ocupadas en las que se puede entonces introducir niveles elevados, aunque no tóxicos, de dióxido de carbono para determinar flujos entre zonas. Es importante medir inicialmente los niveles básicos de dióxido de carbono antes de introducir este gas como trazador para conocer los niveles debidos a recientes ocupaciones o a combustiones.

2.6 VARIACIÓN DE LOS NIVELES DE DIÓXIDO DE CARBONO A LO LARGO DE UN PERIODO DE TIEMPO

Si se dispone de un equipo que permita almacenar datos sobre niveles de dióxido de carbono durante un periodo prolongado, por ejemplo un día, se podrá estudiar la variación de la concentración de dióxido de carbono y correlacionar con la ocupación y el sistema de ventilación, o durante una semana, verificar si el funcionamiento del sistema de ventilación es suficiente para eliminar los contaminantes generados por los ocupantes el día anterior. Si la renovación del aire es suficiente, los niveles de dióxido de carbono disminuyen hasta valores de aire exterior antes de que al día siguiente vuelva a ocuparse el edificio; en caso contrario los valores mínimos irán aumentando a lo largo de la semana debido a la acumulación de contaminantes. Evidentemente, en un edificio sólo se alcanzan los niveles de dióxido de carbono del aire exterior si este está poco ocupado durante la noche.

Por otra parte, un registro de los niveles de dióxido de carbono de 8 horas en periodos anteriores y posteriores a la realización de cambios en el sistema de ventilación de un edificio, siempre que no varíen ni los niveles de dióxido de carbono en el exterior ni la ocupación, permite comprobar si los cambios han sido adecuados.

2.7 LA CALIDAD DE AIRE INTERIOR

La medición de los niveles de dióxido de carbono en un edificio permite detectar la existencia de problemas de calidad de aire por carga química pero también puede utilizarse en estudios relacionados tanto con el suministro de aire como en su distribución a las zonas ocupadas del edificio. Esto convierte su medición en una herramienta muy útil para el diagnóstico, siempre que se tengan en cuenta las posibles causas de error y la exactitud de las medidas realizadas. En la Tabla 1 se resumen las aplicaciones más significativas comentadas a lo largo de esta nota técnica.

Medida	Técnica empleada	Observaciones
CO2 como contaminante	Medidas puntuales	Aire exterior: 300-400 ppm LEP: 5.000 ppm
CO2 indicador de la contaminación generada por los ocupantes	Medidas puntuales (final de mañana/ tarde) o series de datos	UNE 100-011-91 recomienda una concentración máxima de 1.000 ppm
CO2 indicador básico de un Adecuada o inadecuada renovación de aire	Medidas puntuales (final de mañana/ tarde) o series de datos	Algunos organismos proponen la realización de mediciones para, por ej. a 800 ppm, aconsejar la revisión del funcionamiento del sistema de ventilación
de aire exterior/caudal de ventilación	Medida de las concentraciones de CO2 en el aire de suministro, de retorno y exterior y del caudal total de aire	Determina la cantidad de aire exterior suministrado a una zona por la unidad de tratamiento de aire. No tiene en cuenta las infiltraciones. Se basa en la diferencia entre CO2 interior y exterior
Caudal de ventilación	Utilización del CO2 como gas trazador. Almacenamiento de datos durante un periodo de tiempo, hasta alcanzar el equilibrio	Se requieren medidas muy exactas de CO2. Es conveniente una tasa de renovación alta (para alcanzar las condiciones de equilibrio). El cálculo viene afectado por la estimación del CO2 generado por los ocupantes
Caudal de ventilación	Registro continuo de la disminución de los	Es conveniente una tasa de renovación baja si se utiliza el CO2 generado por

	niveles de CO2 utilizado como gas trazador	los ocupantes. Es preferible introducir CO2 sin ocupación
Reentrada de aire	Comprobación puntual de los niveles de CO2 en el aire exterior y en el aire de entrada	Sencilla comprobación de la reentrada de aire procedente de la expulsión
Distribución de la ventilación	Medida de CO2 en varios puntos del edificio	Comprobación de la mezcla adecuada y de la distribución del aire exterior a las zonas ocupadas
Vías de distribución de contaminación	Introducción de CO2, diferencias entre medidas puntuales	Cualitativo. Generalmente sólo es efectivo si el edificio no está ocupado
Idoneidad de la ventilación nocturna	Registro continuo de datos de CO2	Sólo es efectivo si las zonas medidas no están ocupadas durante la noche
Reajuste del sistema de ventilación	Registro antes y después del reajuste del sistema	Método comparativo muy exacto y fácil

Tabla 2-1 Aplicaciones del dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior.

Fuente NTP 549 "El dióxido de carbono en la evaluación en la calidad del aire interior".2000.

2.8 TEMPERATURA Y HUMEDAD

El control de la temperatura y la humedad relativa en espacios interiores es fundamental para prevenir la proliferación de microorganismos como bacterias, hongos y moho. Se recomienda mantener la temperatura entre 20 °C y 24 °C y la humedad relativa entre 30 % y 60 %, ya que estos rangos limitan el crecimiento microbiano y favorecen el confort térmico. Niveles de humedad superiores al 60 % favorecen la aparición de hongos y ácaros, mientras que valores inferiores al 30 % pueden afectar las mucosas respiratorias, debilitando las defensas naturales del cuerpo. Un ambiente bien regulado contribuye a mejorar la calidad del aire y reducir riesgos sanitarios, especialmente en hospitales, oficinas y entornos educativos.

2.9 VIGILANCIA DEL VIRUS RESPIRATORIO EN CHILE

Desde 1968 el instituto de salud pública de Chile (ISP) forma parte de la Red de laboratorios de la Organización mundial de la salud para vigilancia de influenza como Centro Nacional de referencia de influenza.

Esta Vigilancia se realiza conjuntamente con otros Virus Respiratorios, por una red que está formada por laboratorios clínicos de hospitales de los servicios de salud desde Arica a Punta Arenas que han sido adiestrados por el ISP en la Técnica de inmunofluorescencia y que son considerados Centros Centinela.

2.10 CIRCULACIÓN DE VIRUS RESPIRATORIO

En la semana N°10 del 2024 se analizaron 2.159 casos para virus respiratorio donde el Porcentaje de detección de virus respiratorios obtenidos es de SARS-CoV-2 (51,2%), Rinovirus (18,6%), Adenovirus (13,2%), Influenza A (7,5%), Parainfluenza (5,3%), otros virus respiratorios (1,7%), Metapneumovirus (1,0%), influenza B (0,9%) y VRS (0,5%)

En la semana N°10 del 2025 se analizaron 1.709 casos para virus respiratorios, con predominio en el grupo etario de mayores de 65 años con un 31,2%. Del total de casos analizados, 465 fueron casos positivos (27,2%)

El total de virus respiratorios confirmados a la semana N°10 del 2025 fue 484. SARS-CoV-2 y Rinovirus son los virus con mayor frecuencia, registrando 175 detecciones cada uno (36,2%). La mayor detección SARS-CoV-2 y Rinovirus positivos corresponden al grupo etario de mayores de 65 años y entre 15 y 54 años respectivamente, como se aprecia a continuación, se presentan 54 influenza A (11,2%), 31 adenovirus (6,4%), 25 otros virus respiratorios (5,2%), 11 parainfluenza (2,3%), 8 influenza B (1,6%), 4 VRS (0,8%) y 1 metapneumovirus (0,2%).

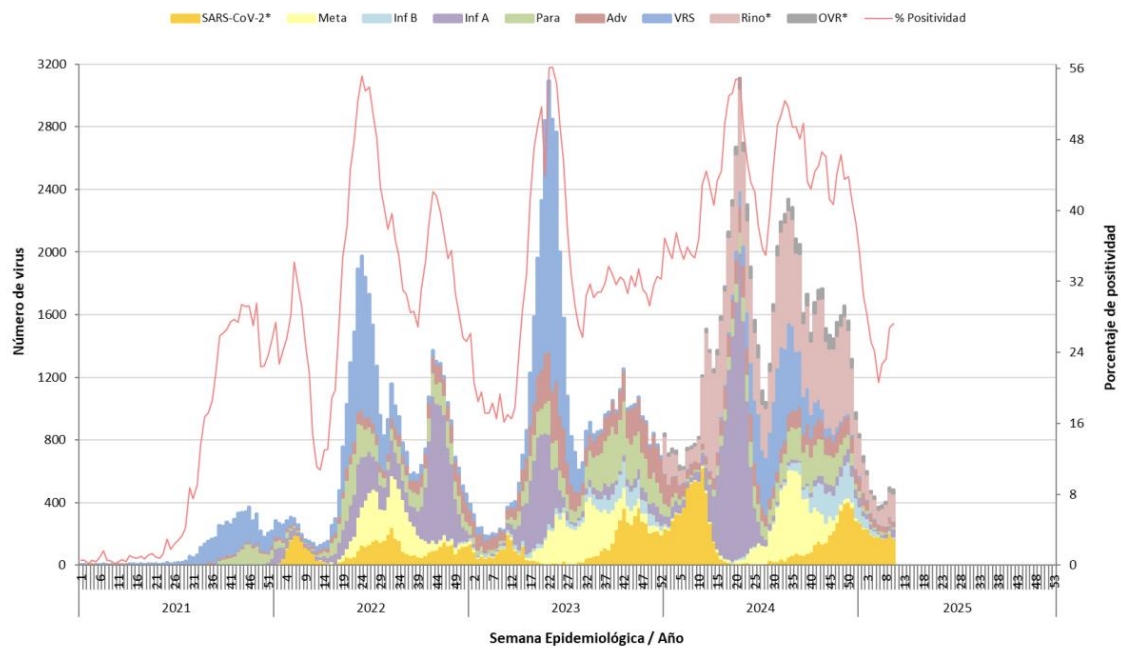


Gráfico 2-1 número de virus respiratorios detectados por agente y porcentaje de posibilidad del total de las muestras analizadas, según semana epidemiológica. Chile 2021-2025.
 Fuente Sección Virus respiratorios y exantemáticos. Departamento de laboratorio Biomédico. Instituto de Salud Pública de Chile.

Año	SE	Total de Casos	Total de Virus	VRS	Adv	Para	Inf A	Inf B	Meta	SarsCov-2	Rino	OVR
2025	9	477	497	5	37	16	29	14	2	212	156	26
	10	465	484	4	31	11	54	8	1	175	175	25
	1-10	4945	5187	62	484	209	296	344	33	2067	1502	190
2024	9	759	775	1	49	14	53	2	7	543	97	9
	10	797	817	2	44	12	65	1	5	534	146	8
	1-10	7074	7381	39	942	379	536	66	70	3895	1330	124
	Total	73703	80837	8491	5559	6064	13986	2799	6864	9470	25206	2398
2023	9	234	-	4	69	21	6	19	4	111	-	-
	10	224	-	3	56	15	18	18	3	111	-	-
	1-10	2428	-	204	820	255	105	152	83	809	-	-
	Total	51569	-	13142	8581	7830	6814	2688	6455	6059	-	-
2022	9	165	-	9	8	4	24	0	0	120	-	-
	10	156	-	14	11	4	23	0	0	104	-	-
	1-10	2483	-	445	156	211	537	0	14	1120	-	-
	Total	39975	-	9282	3188	5265	11319	92	5587	5242	-	-
2021	9	3	-	1	0	2	0	0	0	-	-	-
	10	1	-	1	0	0	0	0	0	-	-	-
	1-10	31	-	7	14	8	0	0	2	-	-	-
	Total	5299	-	3523	343	1299	76	0	58	-	-	-

Tabla 2-2 Número de casos positivos de virus respiratorios detectados por año.
 Fuente: Sección virus respiratorios y exantemáticos. Departamento de laboratorio Biomédico. Instituto de Salud Pública de Chile.

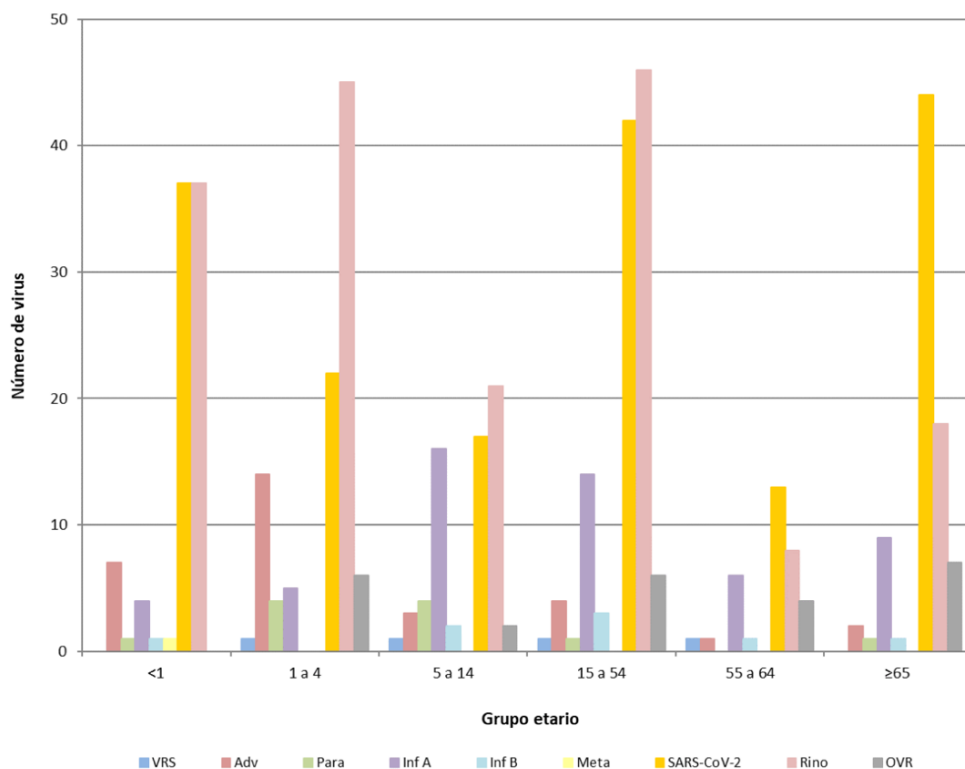


Gráfico 2-2 Agentes virales detectados por grupo etario, semana epidemiológica N° 10

Fuente: Sección virus respiratorios y exantemáticos. Departamento de Laboratorio Biomédico. Instituto de Salud Pública de Chile.

En relación a los pacientes hospitalizados se detectaron casos positivos de Rinovirus, SARS-CoV-2, Adenovirus, Influenza A, otros virus respiratorios, Parainfluenza, VRS e Influenza B, donde de los 1709 casos analizados 689 de ellos fueron hospitalizados en centros de salud según la red de vigilancia de virus respiratorios del ISP.

CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL

Existe una diversidad de normativa legal aplicable tanto nacional como internacional enfocada en condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

LEY N° 16.744/1968 DEL MINISTERIO DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL SUBSECRETARÍA DE PREVISIÓN SOCIAL, ESTABLECE NORMAS SOBRE ACCIDENTES DEL TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

Artículo 1° Declárase obligatorio el Seguro social contra Riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, en la forma y condiciones establecidas en la presente ley.

Artículo 7° Es enfermedad profesional la causada de una manera directa por el ejercicio de la profesión o el trabajo que realice una persona y que le produzca incapacidad o Muerte.

El Reglamento enumera las enfermedades que deberán considerarse como profesionales. Esta enumeración deberá revisarse, por lo menos, cada tres años.

Con todo, los afiliados podrán acreditar ante el respectivo organismo administrador el carácter profesional de alguna enfermedad que no estuviere enumerada en la lista a que se refiere el inciso anterior y que hubiesen contraído como consecuencia directa de la profesión o del trabajo realizado. La resolución que al respecto dicte el organismo administrador será consultada ante la superintendencia de seguridad social, la que deberá decidir dentro del plazo de tres meses con informe del Servicio Nacional de Salud.

Artículo 68° Las empresas o entidades deberán implantar todas las medidas de higiene y seguridad en el trabajo que les prescriban directamente el Servicio Nacional de Salud o, en su caso, el respectivo organismo administrador a que se encuentren afectas, el que deberá indicarlas de acuerdo con las normas y reglamentaciones vigentes.

El incumplimiento de tales obligaciones será sancionado por el Servicio Nacional de Salud de acuerdo con el procedimiento de multas y sanciones previsto en el Código Sanitario, y en las demás disposiciones legales, sin perjuicio de que el organismo administrador respectivo aplique, además, un recargo en la cotización adicional, en conformidad a lo dispuesto en la presente ley.

Asimismo, las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor. Si no dieran cumplimiento a esta obligación serán sancionados en la forma que preceptúa el inciso anterior.

El Servicio Nacional de Salud queda facultado para clausurar las fábricas, talleres, minas o cualquier sitio de trabajo que signifique un riesgo inminente para la salud de los trabajadores o de la comunidad.

D.S. N° 594/2000 DEL MINSAL, APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS QUE HAY QUE TENER EN EL LUGAR DE TRABAJO

Este reglamento proporciona un estándar de obligaciones, deberes y prohibiciones para conseguir y mantener un ambiente de trabajo controlado de agentes nocivos para la salud de los trabajadores.

Artículo 1° El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales. Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

Artículo 2° Corresponderá a los Servicios de Salud, y en la Región Metropolitana al Servicio de Salud del Ambiente, fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y las del Código Sanitario en la misma materia, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud.

Artículo 3° La empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan, sean éstos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella.

Artículo 6° Las paredes interiores de los lugares de trabajo, los cielos rasos, puertas y ventanas y demás elementos estructurales, serán mantenidos en buen estado de limpieza y conservación,

y serán pintados, cuando el caso lo requiera, de acuerdo a la naturaleza de las labores que se ejecutan.

Artículo 11° Los lugares de trabajo deberán mantenerse en buenas condiciones de orden y limpieza. Además, deberán tomarse medidas efectivas para evitar la entrada o eliminar la presencia de insectos, roedores y otras plagas de interés sanitario.

Artículo 32° Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

Artículo 33° Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases, vapores u otras emanaciones nocivas, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el local de trabajo.

Con todo, cualquiera sea el procedimiento de ventilación empleado se deberá evitar que la concentración ambiental de tales contaminantes dentro del recinto de trabajo exceda los límites permisibles vigentes.

Artículo 34° Los locales de trabajo se diseñarán de forma que por cada trabajador se provea un volumen de 10 metros cúbicos, 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 metros cúbicos por 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.

Artículo 35° Los sistemas de ventilación empleados deberán proveer aberturas convenientemente distribuidas que permitan la entrada de aire fresco en reemplazo del extraído. La circulación del aire estará condicionada de tal modo que en las áreas ocupadas por los trabajadores la velocidad no exceda de un metro por segundo.

Artículo 37° Deberá suprimirse en los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad física de los trabajadores.

Todos los locales o lugares de trabajo deberán contar con vías de evacuación horizontales y/o verticales que, además de cumplir con las exigencias de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, dispongan de salidas en número, capacidad y ubicación y con la identificación apropiada para permitir la segura, rápida y expedita salida de todos sus ocupantes hacia zonas de seguridad. Las puertas de salida no deberán abrirse en contra del sentido de evacuación y sus accesos deberán conservarse señalizados y libres de obstrucciones. Estas salidas podrán mantenerse entornadas, pero no cerradas con llave, candado u otro medio que impida su fácil apertura.

Artículo 53° El empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libre de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir y el adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

Artículo 55° Los límites permisibles de aquellos agentes químicos y físicos capaces de provocar efectos adversos en el trabajador serán, en todo lugar de trabajo, los que resulten de la aplicación de los artículos siguientes.

Los límites de tolerancia biológica así como los límites permisibles para agentes químicos y físicos deberán ser revisados cada 5 años.

NT 112 IMPORTANCIA DEL USO DE VENTILACIÓN COMO MÉTODO DE CONTROL DE CONTAMINANTES EN RECINTOS HOSPITALARIOS

Para el desarrollo de las distintas actividades y tratamientos dentro de este tipo de recintos, se realizan procedimientos que involucran la potencial exposición de trabajadores a agentes de riesgos de diferente índole, incluyendo aquellos de naturaleza higiénica como químicos y biológicos, lo que puede derivar en enfermedades profesionales. En este contexto, se emplea la ventilación como uno de los métodos de control por excelencia para minimizar la exposición a este tipo de sustancias con la finalidad de proteger la salud de las personas. Además, esta medida permite el control de la direccionalidad de los flujos de aire, minimizando la contaminación cruzada que puede producirse por el arrastre de sustancias, tomando en cuenta la susceptibilidad de los pacientes en áreas críticas, como por ejemplo en quirófanos. Su uso también se extiende a manejar la confortabilidad ambiental, en términos de la temperatura, velocidad y humedad relativa del aire, con el fin de reducir molestias del personal de la salud y pacientes.

Por lo tanto, y en función de la importancia de la ventilación en este tipo de recintos, la presente nota técnica tiene como finalidad describir el funcionamiento de la ventilación dentro de este tipo de recintos.

De acuerdo con la norma ASHRAE 170:2021, los recintos hospitalarios mantienen 3 tipos de espacios, según se describe a continuación:

- A. Para pacientes hospitalizados: son espacios para la estadía de pacientes que requerirán 24 horas o más de atención.
- B. Para pacientes ambulatorios: son espacios para aquellos pacientes que requerían menos de 24 horas para su atención.
- C. Para salud, cuidados y apoyo para residentes: son espacios destinados para pacientes que requieren cuidados paliativos, asistencia de vida, para vida independiente y rehabilitación para pacientes hospitalizados.

Dada la diversidad de actividades realizadas en estos espacios, hay algunas situaciones o contextos en que se debe considerar la implementación de cierto tipo de ventilación por sobre otra, sobre todo cuando existe una población trabajadora expuesta directamente a agentes químicos como sustancias anestésicas, asfixiantes, cancerígenas y algunos agentes biológicos como virus y bacterias, donde necesariamente se debe optar por un tipo de ventilación que capte el contaminante en la misma área donde éste se genera y no por un manejo general de la masa de aire, orientado más bien a obtener un aire comfortable.

Tipos de ventilación a aplicar al interior de los recintos hospitalarios se presentan en los siguientes puntos.

Criterios a considerar

Es importante tomar en consideración algunos aspectos de orden general respecto al tipo de ventilación a aplicar en las diferentes áreas de un recinto hospitalario, las cuales se indican a continuación:

- A. Los inyectores se deben ubicar dentro de cada espacio de forma conveniente para permitir que la circulación del aire al interior de éste sea homogénea y eficiente.

Además, las superficies de estos dispositivos deben permitir la realización de una limpieza adecuada, recomendándole considerar para tal fin, aquellas enlistadas en el Anexo II de la presente nota técnica.

B. Con respecto a las rejillas de extracción, para los siguientes casos considerar:

En salas de aislamiento de infecciones aéreas y áreas de protección ambiental, deben ubicarse cerca de la puerta de la habitación.

- En salas de operaciones, deben ubicarse dos en paredes laterales bajas en esquinas opuestas o lo más separadas posible.
- En la morgue o salas de autopsias, se proveen rejillas laterales bajas a menos que el aire sea descargado a través de la mesa de autopsias.

C. Proceder a una mantención rigurosa de los circuitos de shafts, espacios definidos en el diseño del edificio cuya finalidad es permitir incorporar ductos para el transporte de aire, ya que éstos pueden representar una posible fuente de contaminación cruzada.

D. En caso de la realización de trabajos que involucren la generación de polvo al interior de un recinto hospitalario donde las actividades propias del espacio no puedan ser interrumpidas, se recomienda confinar dichos espacios a través de la generación de presiones internas negativas respecto al entorno, para evitar que el polvo salga y se disperse por el recinto.

Espacio de servicio/ apoyo	Presión relativa	Renovaciones		Descarga de total de aire	Recirculación del aire	Eficiencia min. filtro	Diseño	
		Exterior	Total				Humedad	Temperatura
Sala de trabajo limpia o Suministro limpio	Positiva	2	10	No requerida	No requerida	MERV-8	No requerida	No requerida
Sala de trabajo sucia o	Negativa	2	6	Si	No	MERV-8	No requerida	22-26 °C

mantenimiento sucio								
Sala de espera emergencias	Negativa	3	15	Hacia el exterior	No requerida	MERV-8	65% máximo	21-24°C

Tabla 3-2 Parámetros de diseño.

Fuente Extracto de Tabla 9-1 “Parámetros de Diseño – Salud, cuidados y apoyo para residentes” (ASHRAE 170:2021)

ASHRAE 62.1: VENTILACIÓN PARA UNA CALIDAD ACEPTABLE DEL AIRE INTERIOR

Establece los requisitos mínimos para la ventilación mecánica y natural en edificios comerciales, institucionales con el objetivo de garantizar una calidad del aire interior (IAQ) aceptable para los ocupantes.

Tipo de espacio	Requerimiento de ventilación por persona (Rp)(L/s·persona)	Requerimiento por área (Ra)(L/s·m ²)	Densidad ocupacional (personas/m ²)	Presión	Tipo de ventilación
Oficina abierta	2,5	0,3	0,1	No específica	No específica
Oficina cerrada	2,5	0,3	0,05	No Específica	No específica
Sala de espera	7,5	1,8	10	Neutra o positiva	Mecánica

Tabla 3-3 Parámetros ASHRAE 62.1.

Fuente Requerimientos de ventilación por superficie ASHRAE 62.1 (2022)

ASHRAE 55: CONDICIONES AMBIENTALES TÉRMICAS ACEPTABLES PARA OCUPACIÓN HUMANA EN EDIFICIOS

La normativa ASHRAE 55 establece los requisitos para lograr condiciones térmicas aceptables en ambientes interiores. Su propósito principal es definir los rangos de temperatura, humedad, velocidad del aire y otros factores ambientales que permiten el confort térmico de al menos el 80% de los ocupantes de un espacio.

Categoría	Parámetro	Rango/ valor Recomendado	Observaciones
Factores ambientales	Temperatura del aire	20°C - 26°C	Según estación y nivel de ropa; varía entre verano e invierno.
	Temperatura radiante media	Similar al aire (dentro de ± 2 °C)	Influye en la sensación térmica general.
	Humedad relativa	20% - 60%	Niveles altos afectan la percepción de calor; niveles bajos generan sequedad.
	Velocidad del aire	< 0.2 m/s (sin control del usuario)	Hasta 0.8 m/s si el usuario tiene control local del flujo de aire.
Factores Personales	Nivel metabólico (met)	1.0	Actividades sedentarias: oficina, aula, etc.
	Aislamiento de ropa (clo)	0.5 - 1.0 clo	0.5 clo en verano (ropa ligera), 1.0 clo en invierno (ropa más abrigada).
Modelos de evaluación	PMV (predicted mean vote)	-0.5 a +0.5	Zona de confort aceptable; escala de -3 (frío) a +3 (calor).
	PPD (Predicted % of dissatisfied)	$\leq 10\%$	Máximo porcentaje aceptado de ocupantes insatisfechos.

	Modelo adaptativo	Variable (basado en temperatura exterior promedio)	Aplicable en edificios naturalmente ventilados.
Cumplimiento	Confort térmico	≥ 80% de ocupantes satisfechos	

Tabla 3-4 Parámetros de confort térmico ASHRAE 55

Fuente: Standard ASHRAE 55, Summary thermal environmental conditions for human occupancy (ANSI Approved)

NTP 549: EL DIÓXIDO DE CARBONO EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.

El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que se forma en todos aquellos procesos en que tiene lugar la combustión de sustancias que contienen carbono. En ambientes interiores no industriales sus principales focos son la respiración humana y el fumar; aunque los niveles de dióxido de carbono también pueden incrementarse por la existencia de otras combustiones (cocinas y calefacción) o por la proximidad de vías de tráfico, garajes o determinadas industrias.

La concentración de dióxido de carbono en un ambiente interior puede aportar información sobre distintos aspectos y circunstancias de un edificio tales como posibilidad de efectos sobre la salud de sus ocupantes, correlación con problemas y quejas por olor o como dato para estudiar la ventilación de un local.

Para la determinación del dióxido de carbono pueden utilizarse tubos colorimétricos o monitores portátiles ya sean fotos acústicos o de infrarrojo, siendo estos últimos los más versátiles y de uso más extendido, ya que permiten tanto mediciones puntuales como mediciones promediadas en el tiempo mediante la utilización de acumuladores de datos que luego pueden estudiarse con un equipo informático.

Es muy importante que la persona que lleve a cabo las mediciones mantenga el sensor lejos de su área respiratoria, ya que en la respiración se expiran entre 30.000 y 40.000 ppm de dióxido de carbono, cantidades que pueden falsear las lecturas.

NTP 289: SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO: FACTORES DE RIESGO

El síndrome del edificio enfermo (SEE) se utiliza para describir una situación en la que los ocupantes de un edificio experimentan efectos agudos en la salud o el bienestar, que parecen estar directamente relacionados con el tiempo que pasan en él.

No se puede identificar ninguna enfermedad ni causa específica. Los síntomas pueden estar localizados en una habitación o zona específica o estar generalizados en todo el edificio.

Los signos y síntomas del síndrome del edificio enfermo son los siguientes:

Dolor de cabeza, mareos, náuseas, irritación de los ojos, nariz o garganta, tos seca, piel seca o con picazón, dificultad de concentración, fatiga, sensibilidad a los olores, ronquera, alergias, resfriado, síntomas parecidos a la gripe, aumento de la incidencia de ataques de asma y cambios de personalidad.

Principales factores del síndrome de edificio enfermo:

Contaminantes Químicos

- 1) Fuentes externas: Los contaminantes del exterior, como los provenientes de los gases de escape de vehículos, industrias cercanas, mecanismos de calefacción, pueden ingresar al edificio a través de conductos de entrada de aire, ventanas y otras aberturas mal ubicadas.
- 2) Fuentes interiores: El contaminante más común del aire interior son los compuestos orgánicos volátiles (COV). Las principales fuentes de COV son los adhesivos, fotocopiadoras, productos de limpieza, pesticidas, etc. El humo del tabaco ambiental, las partículas respirables, los subproductos de la combustión de estufas y chimeneas y calefactores sin ventilación también aumentan la contaminación química.

Contaminantes Biológicos

Los contaminantes biológicos incluyen polen, bacterias, virus, hongos, moho, etc. Estos contaminantes pueden reproducirse en agua estancada que se ha acumulado en humidificadores, tuberías de desagüe o donde el agua se ha acumulado en los paneles del techo, las alfombras y la tapicería son acumuladores de estos contaminantes.

Los excrementos de insectos y aves también pueden ser una fuente de contaminación biológica. Esta causa fiebre, escalofríos, tos, opresión en el pecho, dolores musculares y reacciones alérgicas. En oficinas con alta densidad de ocupación, las enfermedades transmitidas por el aire pueden propagarse rápidamente de un trabajador a otro. Los sistemas de aire acondicionado pueden recircular patógenos y propagarlos por todo el edificio.

Ventilación Inadecuada

Una ventilación inadecuada corresponde a la falta de intercambio de aire fresco entre interiores y exteriores, lo que provoca que los contaminantes del aire se estanquen en el interior. Cuando hay falta de flujo de aire, la calidad del aire puede disminuir significativamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones de las condiciones ambientales se realizaron los días 7 y 8 de abril, abarcando todas las ventanillas de uso administrativo ubicadas en el primer nivel del centro hospitalario. Para estas mediciones se utilizaron dos instrumentos: un equipo Testo 440, destinado a la medición de CO₂, temperatura y humedad relativa, y un equipo UNI-T, empleado para registrar los niveles de material particulado fino (PM 2,5).

Durante la primera jornada, correspondiente al 7 de abril, se llevó a cabo una medición continua en la ventanilla del área SOME, desde las 14:00 hasta las 20:00 horas, complementada con el registro de la totalidad de usuarios atendidos durante ese período.

El 8 de abril, el enfoque se centró en cinco ventanillas de uso administrativo, excluyendo las ventanillas de carácter clínico, dado que estas últimas cumplían con los requisitos normativos establecidos. Las mediciones en esta segunda jornada se efectuaron durante el turno AM, debido a limitaciones de disponibilidad horaria. Cabe señalar que, en este contexto, se considera que los índices de CO₂ y material particulado podrían incrementarse a lo largo de la jornada laboral.

Adicionalmente, se aplicó el Cuestionario de Edificio Enfermo según lo establecido en la NTP 289, el cual fue respondido por la totalidad de los trabajadores de los espacios analizados (N = 27).

Datos/ Área	Oficina Admisión urgencias	Sala de espera urgencias	Oficina GES	Jefatura GES	Demand a de personas	Imagen ología	Oftalm ología	Recaud ación
Jornada (horas)	12	12	8	8	8	8	8	8
Ocupan tes	1	promedio 13,4	8	1	4	1	3	4
Dimens iones (m2)	3.78	38,64	23	8.58	9.52	3.78	3.4	8.52

Tabla 3-5 Áreas seleccionadas para las mediciones de las condiciones ambientales (Co2, temperatura, humedad y MP 2,5) en el primer nivel del hospital Penco – Lirquén. Fuente: Creación propia.

CUESTIONARIO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES
(Estrictamente confidencial)

Se está llevando a cabo un estudio para tratar de mejorar las Condiciones de Trabajo en el edificio en el que Vd desarrolla su actividad laboral. Para ello necesitamos que responda a este cuestionario. No es necesario que se identifique, ni que firme, ya que es totalmente anónimo. Si lo desea, puede adjuntar hojas adicionales para hacer comentarios más extensos o aportar más información.
Gracias por su colaboración.

INFORMACIÓN GENERAL

Nº CUESTIONARIO FECHA / /

EMPRESA _____

1. DEPARTAMENTO/SECCIÓN

2. PLANTA

3. EDAD AÑOS

4. SEXO
 hombre 1
 mujer 2

5. CATEGORÍA PROFESIONAL

6. ¿CUÁNTO TIEMPO HACE QUE TRABAJA EN EL MISMO EDIFICIO?
años
meses

7. ¿CUÁNTO TIEMPO HACE QUE TRABAJA EN EL MISMO LOCAL?
años
meses

8. HORAS DE PERMANENCIA EN EL EDIFICIO

9. ¿TRABAJA VD MÁS DE CUATRO HORAS CON VIDEOTERMINALES?
 Sí 1
 No 2

Las siguientes preguntas se refieren a ciertos síntomas que Vd puede haber experimentado durante su trabajo en los últimos treinta días.

Importante: Por favor, anote Vd tan sólo aquellos síntomas o molestias que le hayan ocurrido en los últimos treinta días y que mejoren al abandonar el edificio donde trabaja (ya sea inmediatamente o después de algunas horas)

SÍNTOMAS	PRESENCIA	MEJORA AL ABANDONAR EL EDIFICIO	NÚMERO DE VECES EN LOS ÚLTIMOS TREINTA DÍAS
OJOS			
SEQUEDAZ	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
ESCOZOR/PICOR	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
LAGRIMEO	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
NARIZ			
NARIZ TAPADA	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
SEQUEDAZ	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
GARGANTA			
SEQUEDAZ	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
PICOR/ESCOZOR	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
GENERALES			
DOLOR DE CABEZA	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
DEBILIDAD	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2
ALETARGAMIENTO	SÍ NO	SÍ NO	0 ≤2 >2

Nº DE SÍNTOMAS POSITIVOS (a rellenar por el encuestador)

OBSERVACIONES: Consigne a continuación, si ha lugar, otros síntomas que crea relacionados con su permanencia en el edificio.

Figura 3-1 Cuestionario edificio enfermo

Fuente: NTP 289: Síndrome del edificio enfermo.

28

FIGURAS REPRESENTATIVAS DE ESPACIOS ANALIZADOS

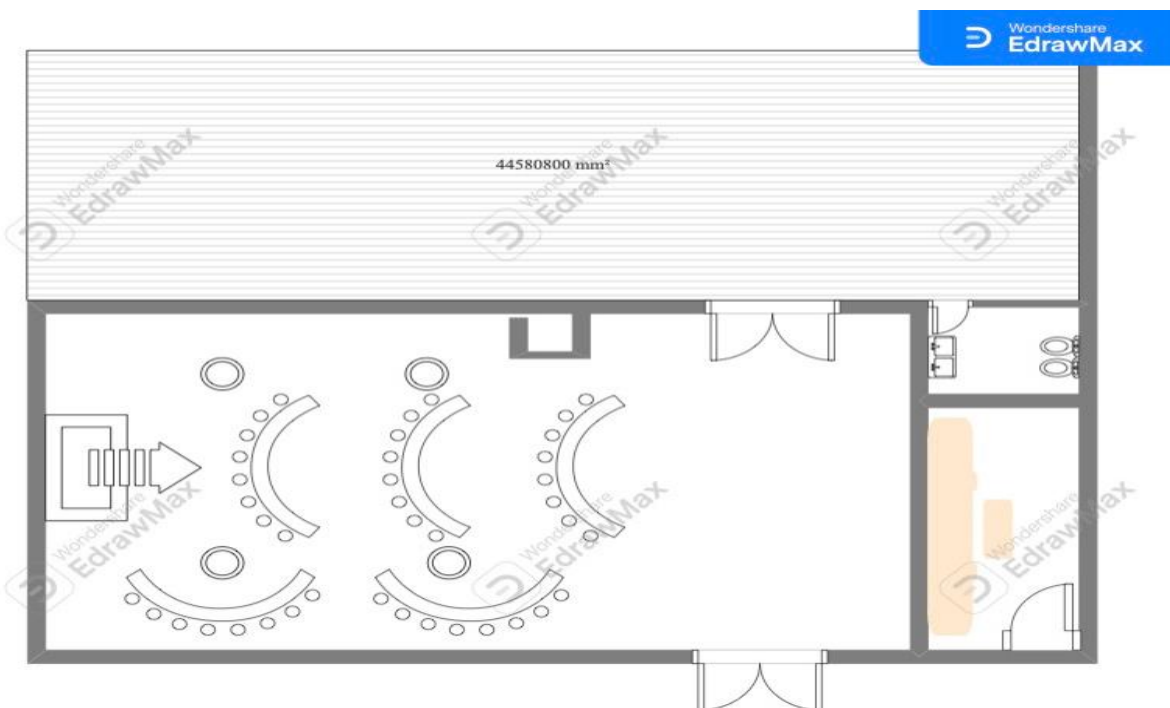


Figura 3-2 Sala urgencias y admisión urgencias

Fuente: Creación propia.



Figura 3-2 Imagenología, unidad GES y demanda de personas

Fuente: Creación propia.

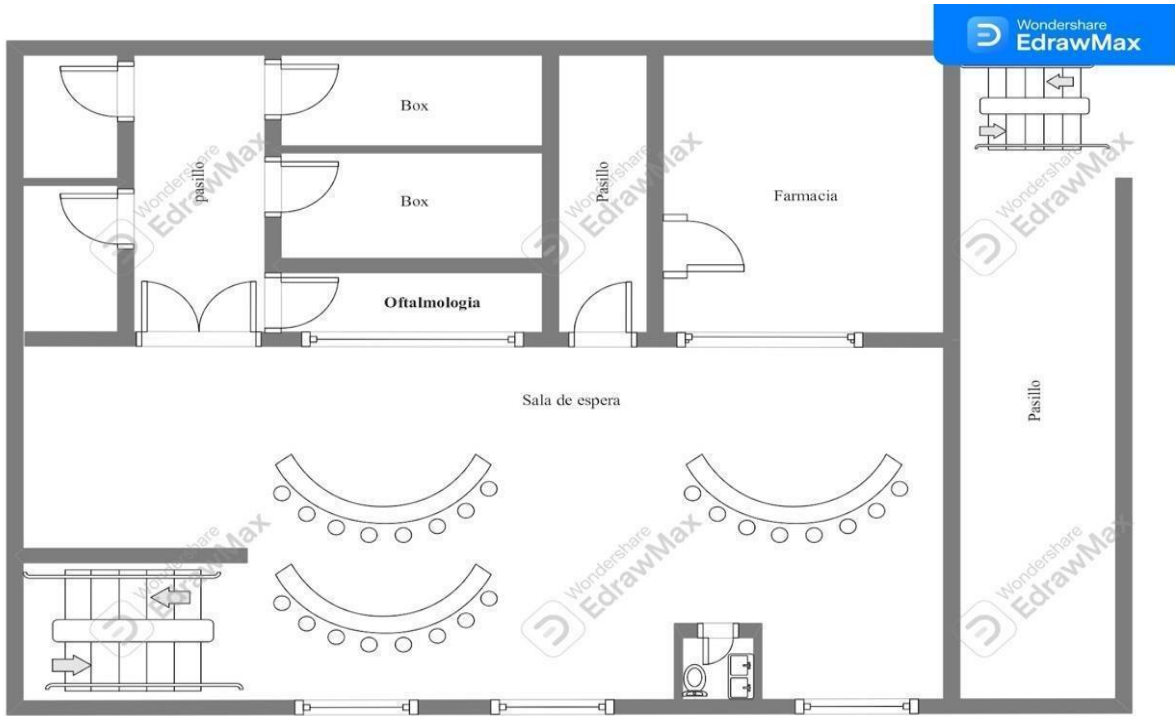


Figura 3-3 Oftalmología

Fuente: Creación propia.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Resultados medición de media jornada para ventanilla de admisión de urgencias

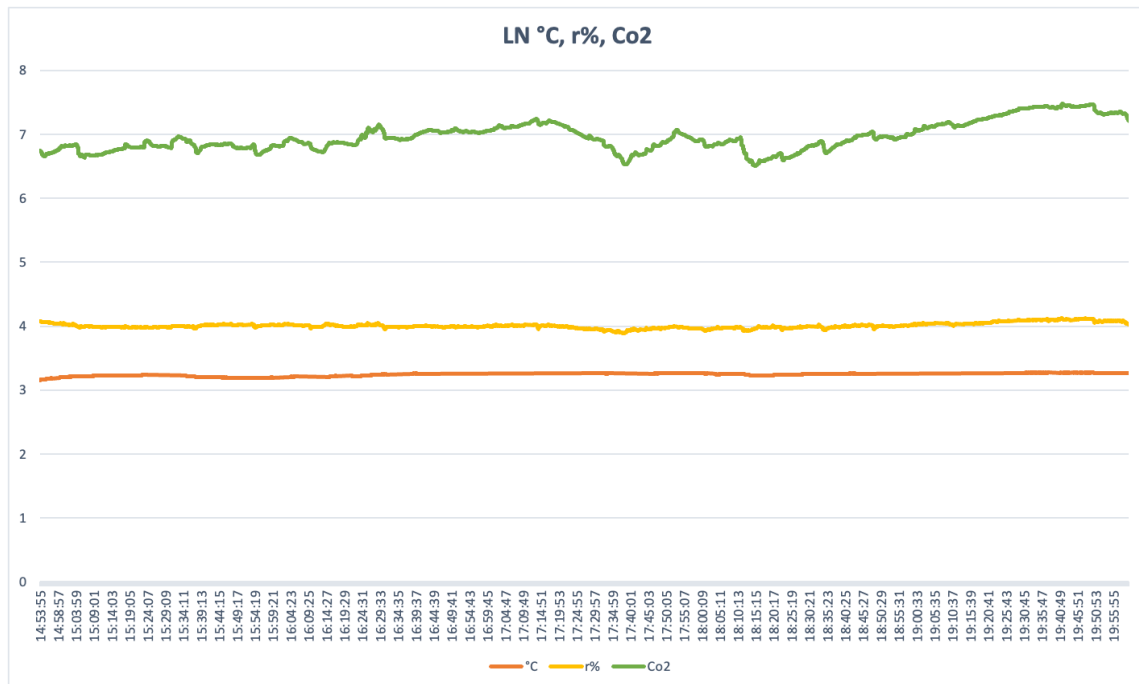


Gráfico 4-1 Tendencia de °C, Humedad y CO2

Fuente: Creación propia.



Gráfico 4-2 Concentraciones de CO2 por hora en oficina SOME

Fuente: Creación propia.

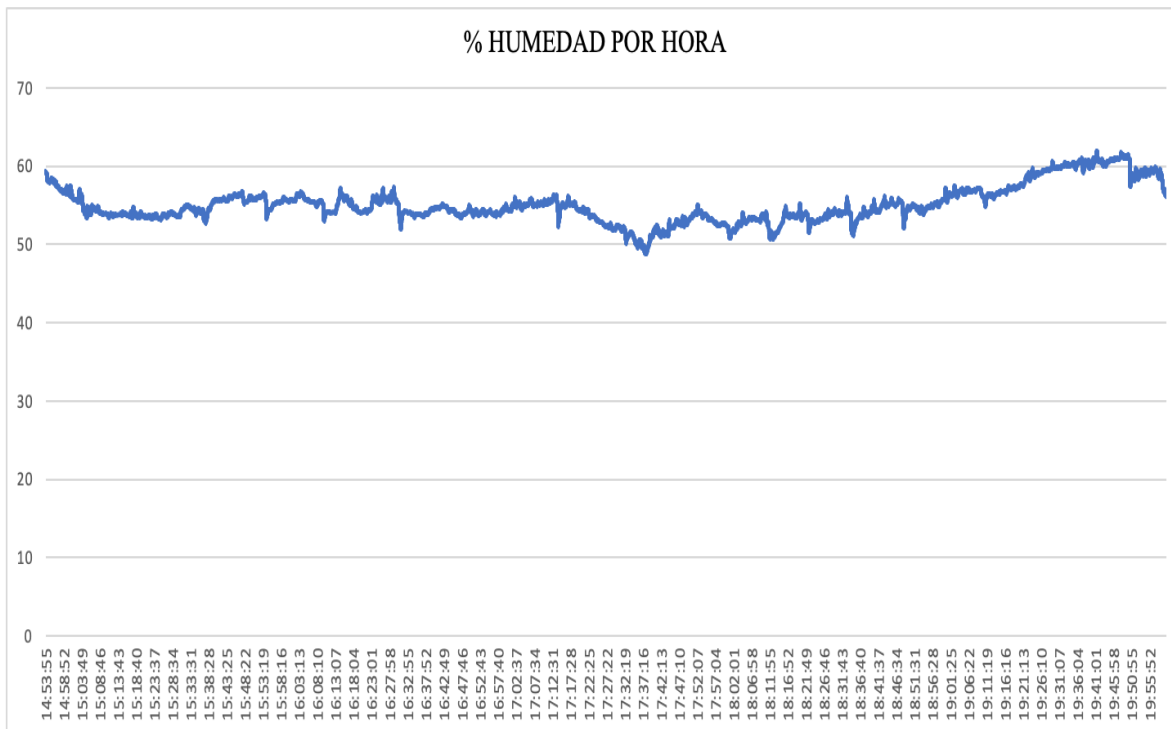


Gráfico 4-3 Porcentaje de humedad por hora en oficina SOME
Fuente: Creación propia.

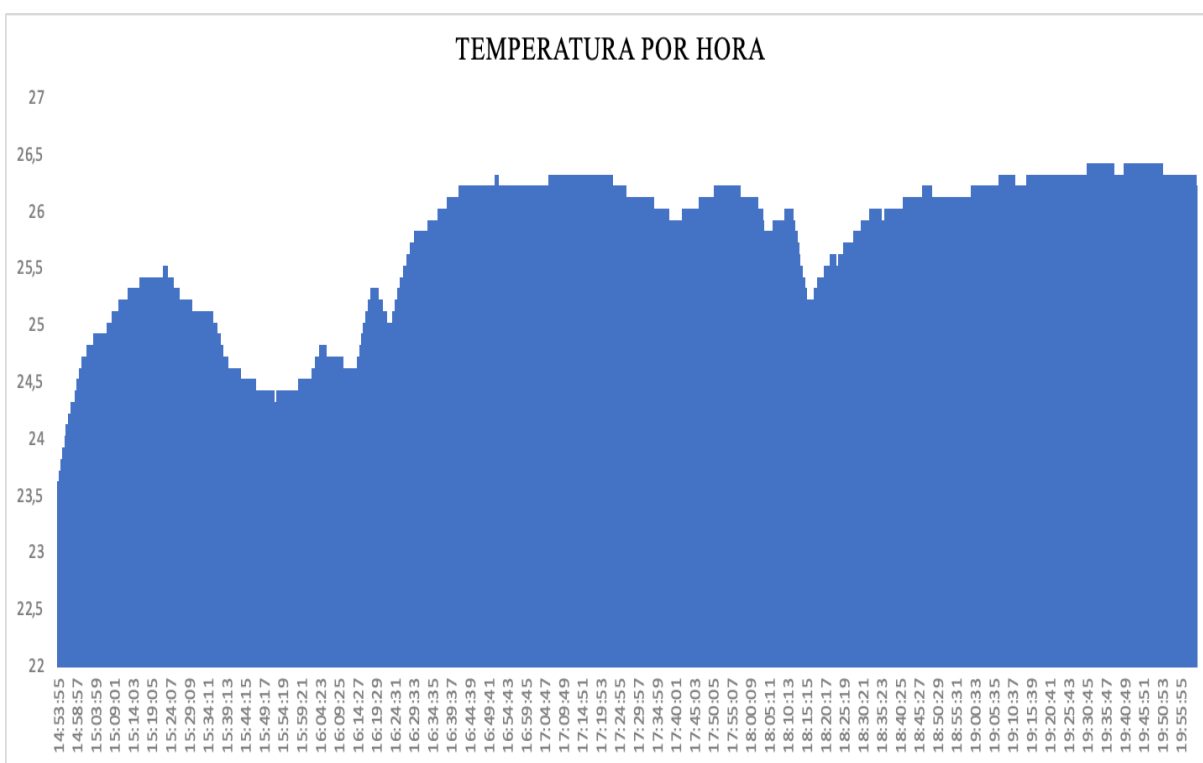


Gráfico 4-4 Temperatura en grados °C por hora en oficina SOME
Fuente: Creación propia.

4.2 Resultados de registro de pacientes atendidos el día 7 de abril

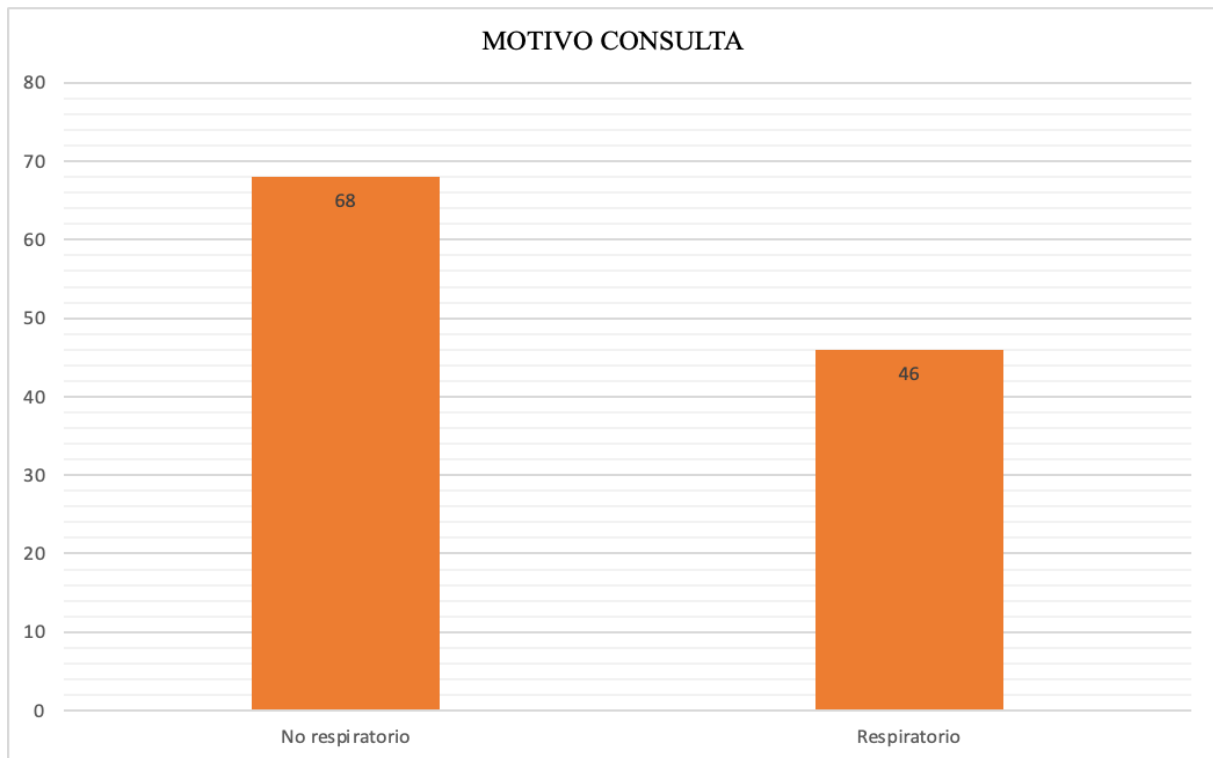


Gráfico 4-5 Distinción motivo de consulta respiratoria o no respiratorios pacientes atendidos el día 7 de abril en urgencias. Fuente: creación propia.

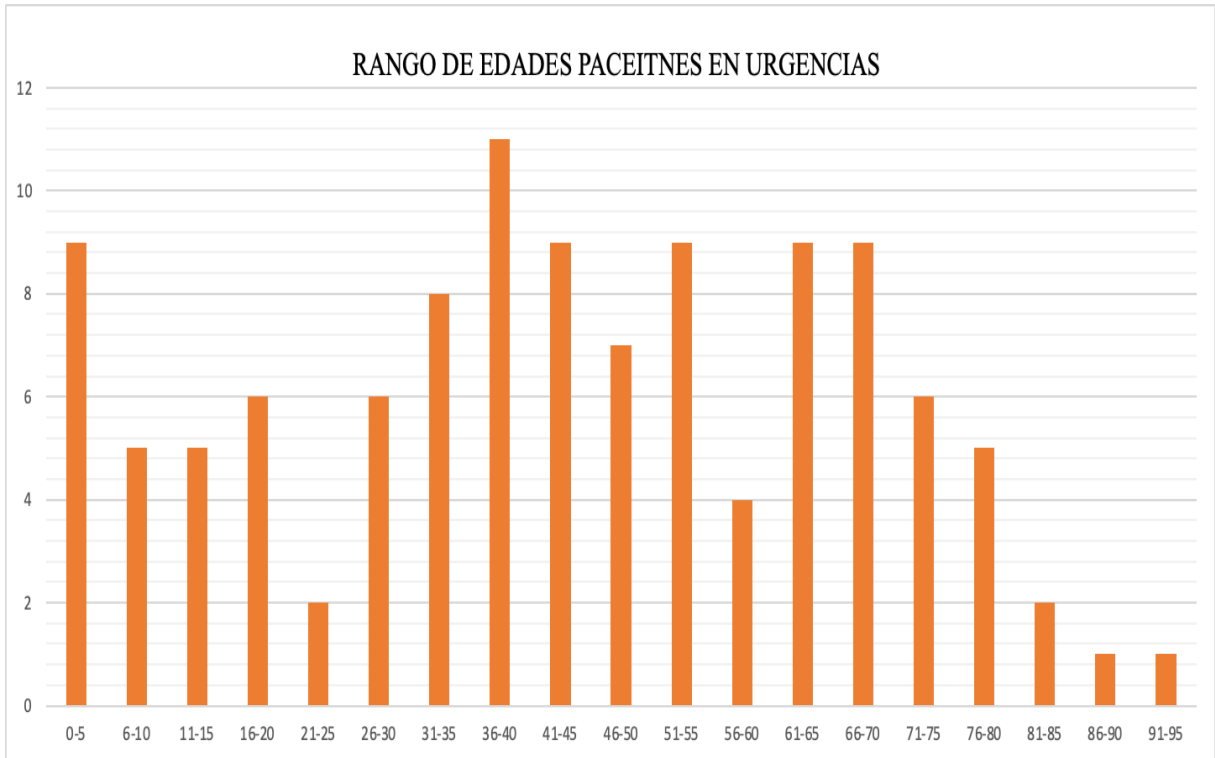


Gráfico 4- 6 Rangos etarios de pacientes atendidos el dia 7 de abril en urgencias

Fuente: Creación propia.



Gráfico 4-7 Agrupación usuarios atendidos en urgencias por hora

Fuente: Creación propia.

4.3 Resultados de mediciones puntuales en atención ambulatoria

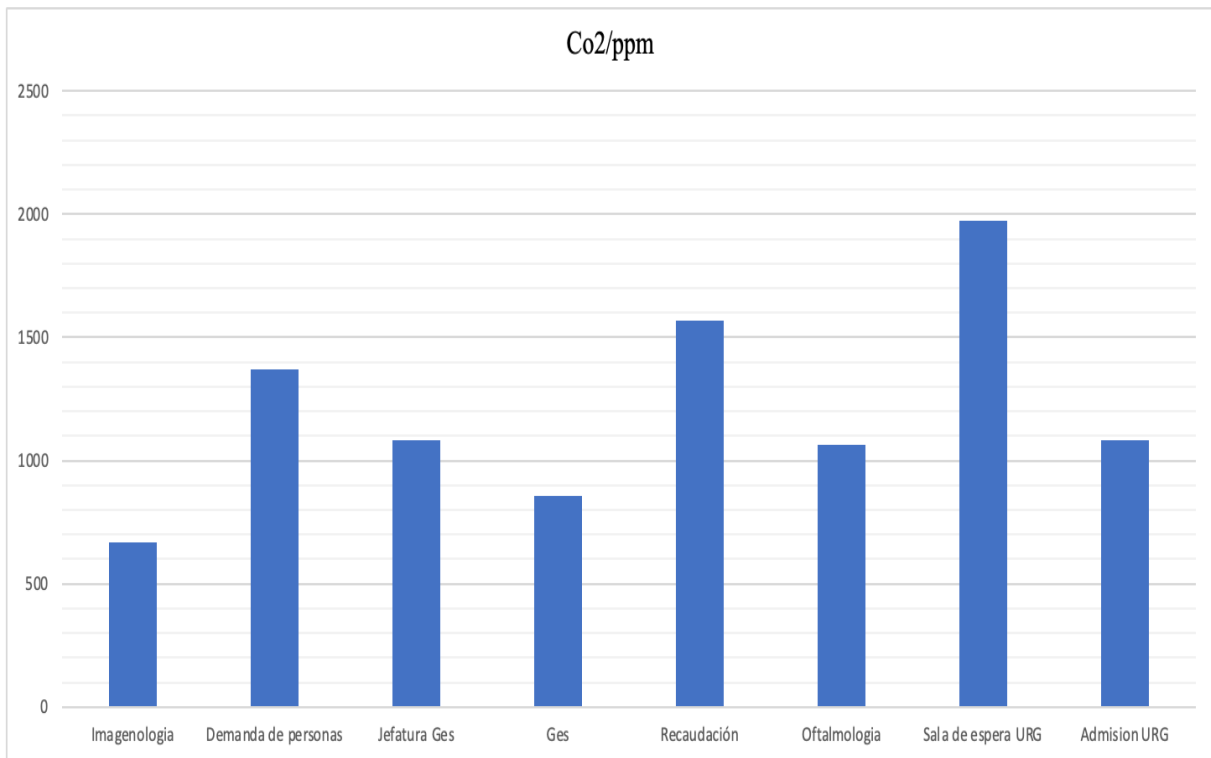


Gráfico 4-8 Concentraciones de CO2/ppm en los puntos de medición
Fuente: creación propia.

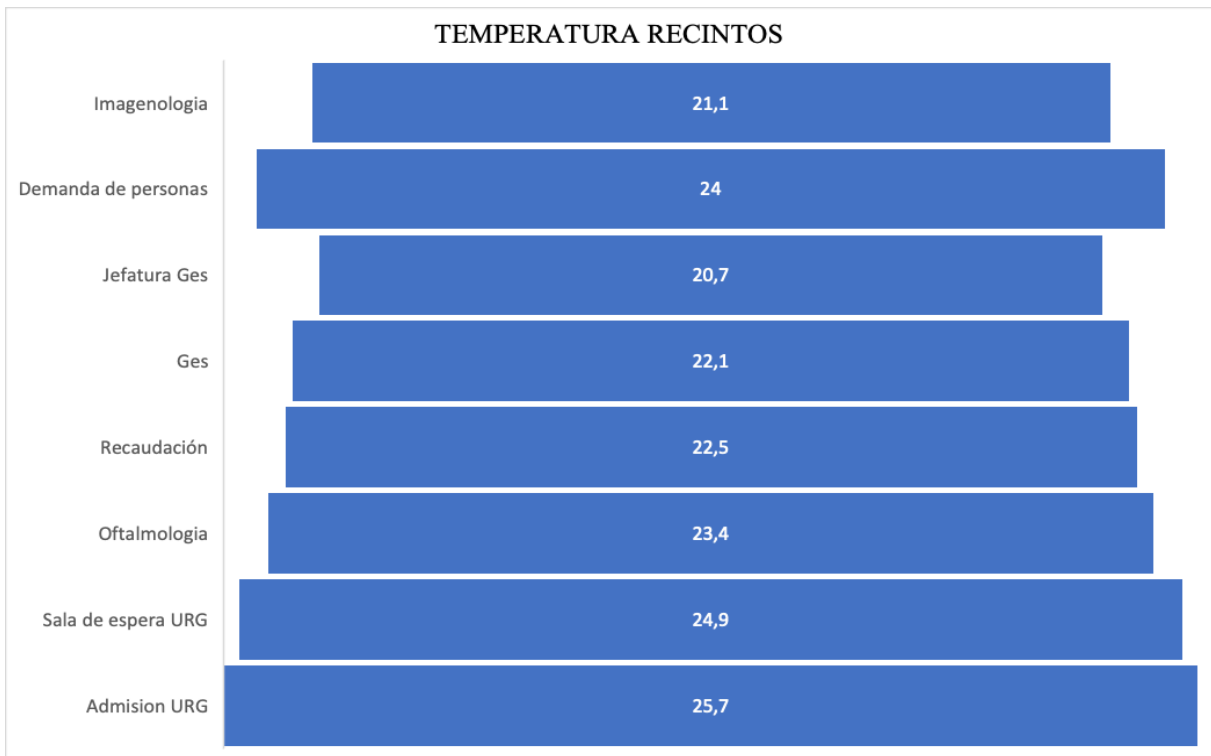


Gráfico 4-9 Mediciones de temperatura en dependencias del recinto hospitalario
Fuente: Creación propia.

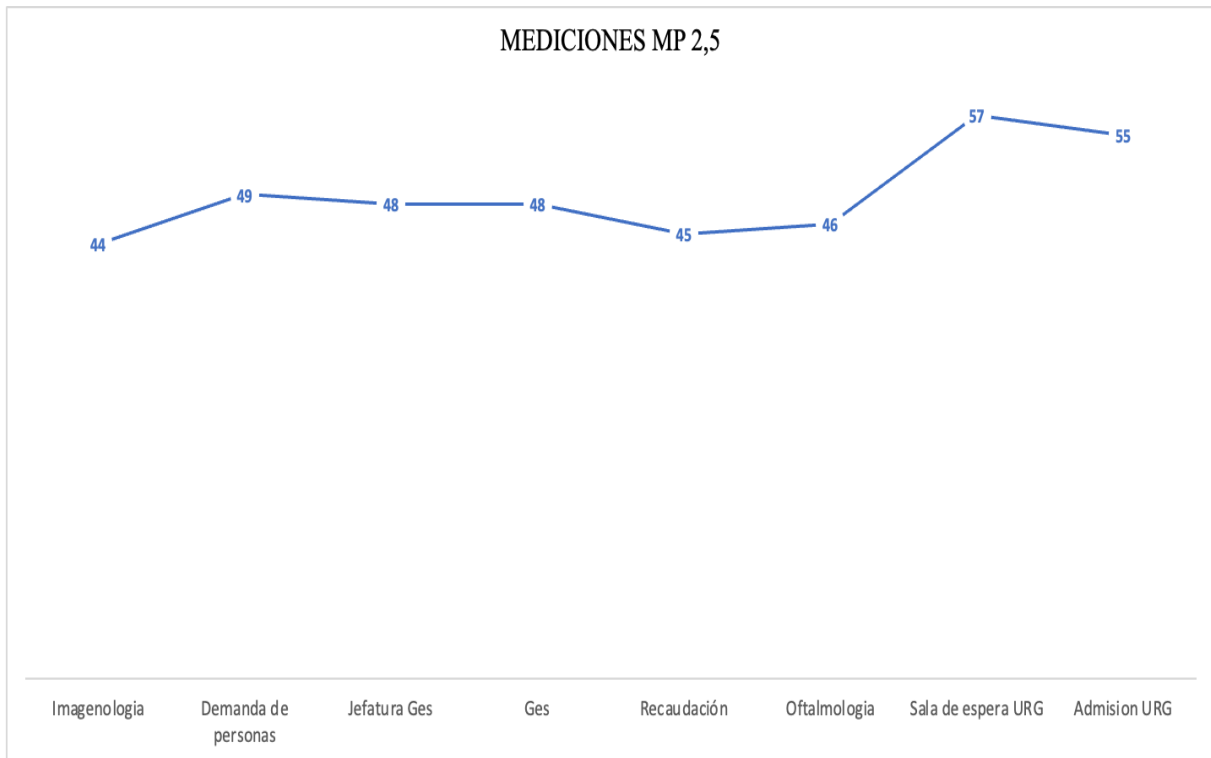


Gráfico 4-10 Mediciones de MP 2,5 en dependencias del recinto hospitalario
Fuente: Creación propia.

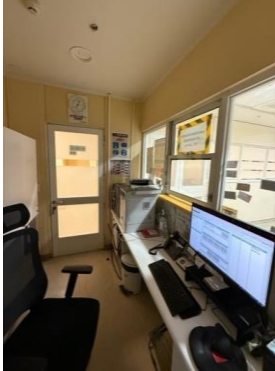
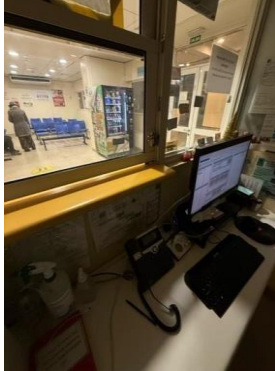
<p>Fotografías realizadas el día 16/03/2025 Turno noche</p> <p>Mediciones realizadas el día 07/04/2025 14:00 a 20:00 hrs</p>		
Humedad (%rH)	19,3	
Temperatura (°C)	25,7 °C	
CO2 (ppm)	1085 ppm	
MP 2,5 (µg/m³)	55	

Tabla 4-1 Datos oficina admisión urgencias
Fuente: Creación propia.


<p>Fotografía y mediciones realizada el día 08/04/2025</p> <p>Turno Dia</p> <p>11:00 hrs</p>	
<p>Humedad (%rH)</p>	<p>59,7</p>
<p>Temperatura (°C)</p>	<p>24,9</p>
<p>CO2 (ppm)</p>	<p>1975</p>
<p>MP 2,5 (µg/m³)</p>	<p>57</p>

Tabla 4-2 Datos sala de espera urgencias
Fuente: Creación propia.



<p>Fotografías y mediciones realizadas el día 03/04/2025</p> <p>Turno Dia</p> <p>9:00 hrs</p>		
<p>Humedad (%rH)</p>	<p>54,2%</p>	
<p>Temperatura (°C)</p>	<p>22,1 °C</p>	
<p>CO2 (ppm)</p>	<p>855 ppm</p>	
<p>MP 2,5 (µg/m³)</p>	<p>48</p>	

Tabla 4-3 Datos oficina GES
Fuente: Creación propia.


Fotografías y mediciones realizadas el día 03/04/2025 Turno Dia 9:30 hrs	
Humedad (%rH)	69,1
Temperatura (°C)	20,7 °C
CO2 (ppm)	1293 ppm
MP 2,5 (µg/m³)	48

Tabla 4-4 Datos oficina jefatura GES
Fuente: Creación propia.


Fotografías y mediciones realizadas el día 08/04/2025 Turno Dia 10:30 horas	
Humedad (%rH)	61
Temperatura (°C)	24 °C
CO2 (ppm)	1368 ppm
MP 2,5 (µg/m³)	49

Tabla 4-5 Datos oficina demanda de personas
Fuente: Creación propia.


<p>Fotografías y mediciones realizadas el día 08/04/2025 Turno Dia 8:15 horas</p>	
<p>Humedad (%rH)</p>	<p>57,7</p>
<p>Temperatura (°C)</p>	<p>23,2 °C</p>
<p>CO2 (ppm)</p>	<p>666 ppm</p>
<p>MP 2,5 (µg/m³)</p>	<p>44</p>

Tabla 4-6 Datos oficina imagenología
Fuente: Creacion propia.


<p>Fotografías y mediciones realizadas el día 08/04/2025 Turno Dia 11:25 horas</p>	
<p>Humedad (%rH)</p>	<p>57,5</p>
<p>Temperatura (°C)</p>	<p>23,4 °C</p>
<p>CO2 (ppm)</p>	<p>1066 ppm</p>
<p>MP 2,5 (µg/m³)</p>	<p>46</p>

Tabla 4-7 Datos oficina oftalmología
Fuente: Creación propia.


<p>Fotografías y mediciones realizadas el día 08/04/2025</p> <p>Turno Dia</p> <p>12:00 horas</p>	
<p>Humedad ((%rH)</p>	<p>64,6</p>
<p>Temperatura (°C)</p>	<p>22,5 °C</p>
<p>CO2 (ppm)</p>	<p>1570 ppm</p>
<p>MP 2,5 (µg/m³)</p>	<p>45</p>

Tabla 4-8 Datos oficina Recaudación
Fuente: Creación propia.

4.4 Resultados Cuestionario edificio enfermo

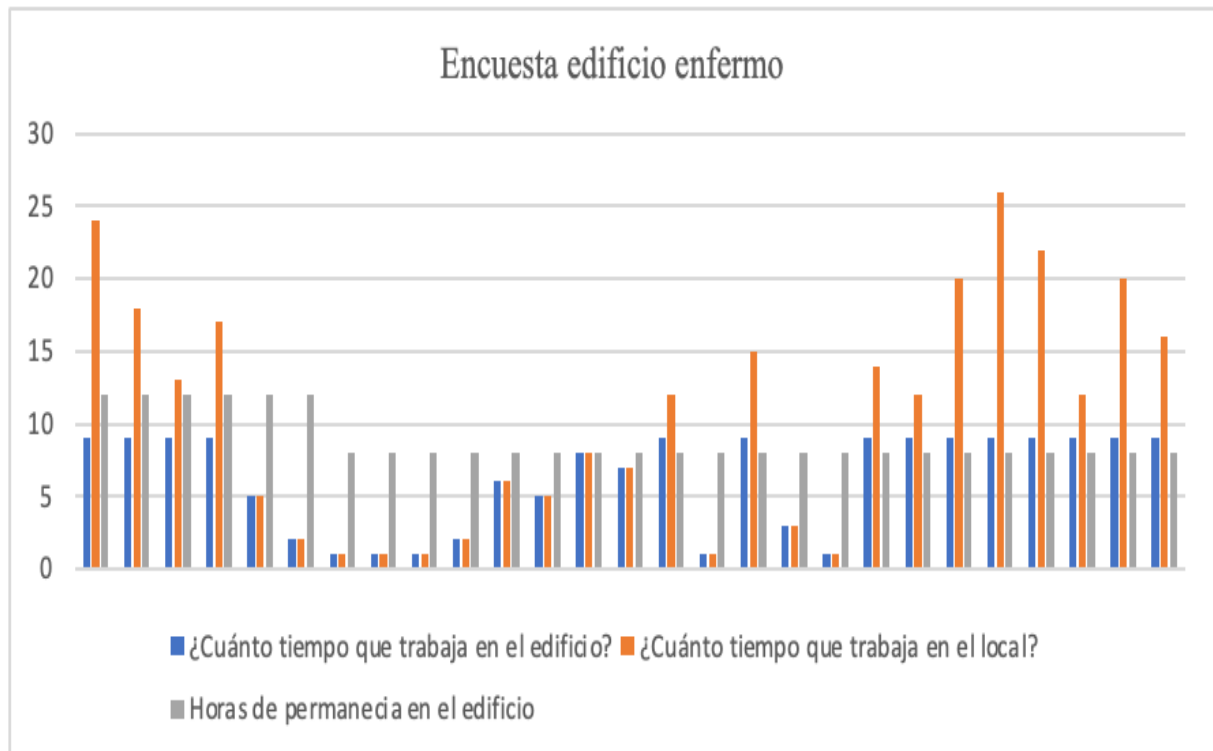


Gráfico 4-11 Encuesta edificio enfermo
Fuente: Creación propia.

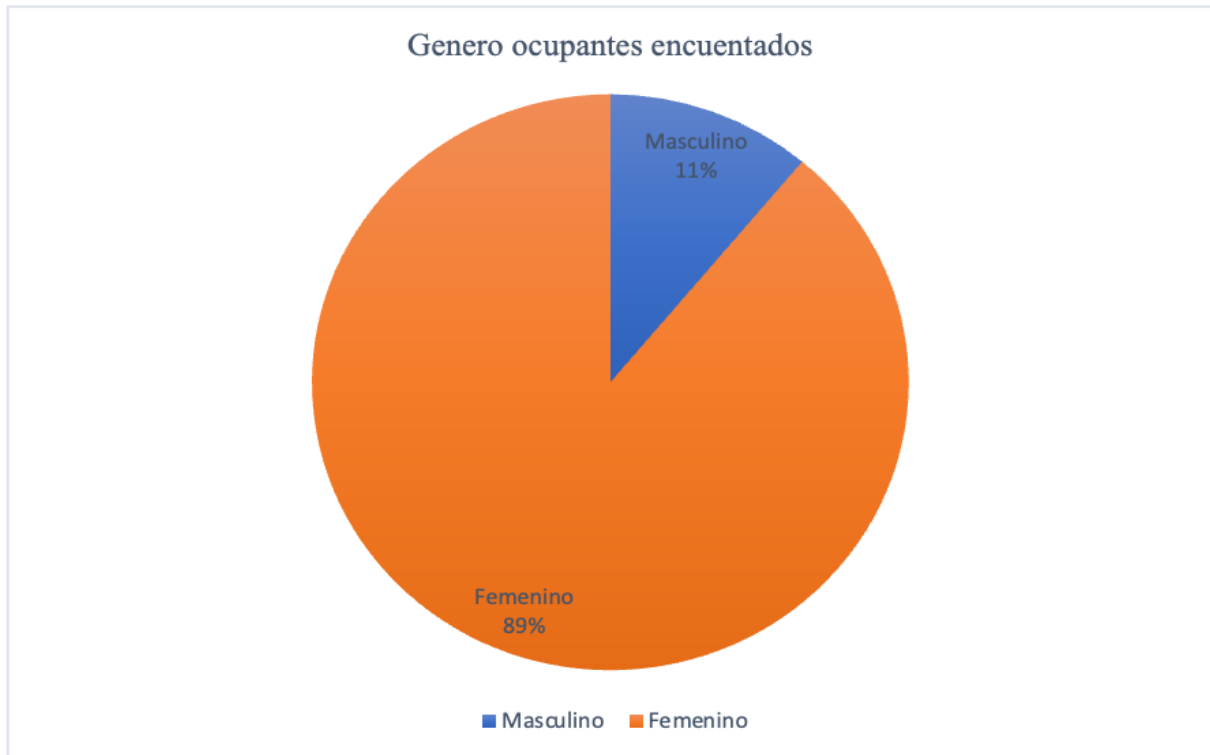


Gráfico 4-12 Genero de trabajadores
Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		SI	NO
			N°		

SEQUEDAD OJOS	3	3	10	3	-
PICOR OJOS	4	2	14	4	-
LAGRIMEO OJOS	3	3	11	3	1
NARIZ TAPADA	3	3	14	2	-
SEQUEDAD NARIZ	2	4	5	2	-
SEQUEDAD GARGANTA	1	5	4	1	-
PICOR GARGANTA	5	1	13	5	-
DOLOR DE CABEZA	6	0	28	6	-
DEBILIDAD	0	6	0	0	-
ALETARGAMIENTO	1	5	2	1	-

Tabla 4-9 Oficina SOME
Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO	Nº	SI	NO
SEQUEDAD OJOS	1	3	1	1	-
PICOR OJOS	3	1	11	3	-
LAGRIMEO OJOS	4	0	8	4	-
NARIZ TAPADA	2	2	9	1	1
SEQUEDAD NARIZ	1	3	1	0	-
SEQUEDAD GARGANTA	1	3	6	1	-
PICOR GARGANTA	0	4	0	0	-
DOLOR DE CABEZA	3	1	8	3	-
DEBILIDAD	1	3	2	1	-
ALETARGAMIENTO	1	3	1	1	-

Tabla 4-10 Oficina demanda de personas

Fuente: Creación Propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		Nº	SI
SEQUEDAD OJOS	-	1	0	-	-
PICOR OJOS	1	-	3	1	-
LAGRIMEO OJOS	1	-	3	1	-
NARIZ TAPADA	1	-	5	1	-
SEQUEDAD NARIZ	-	1	0	-	-
SEQUEDAD GARGANTA	-	1	0	-	-
PICOR GARGANTA	1	-	2	1	-
DOLOR DE CABEZA	-	1	0	-	-
DEBILIDAD	-	1	0	-	-
ALETARGAMIENTO	-	1	0	-	-

Tabla 4-11 Oficina imagenología

Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		N°	SI
SEQUEDAD OJOS	1	1	5	1	-
PICOR OJOS	2	0	2	2	-
LAGRIMEO OJOS	1	1	7	1	-
NARIZ TAPADA	0	2	0	0	-
SEQUEDAD NARIZ	2	0	8	2	-
SEQUEDAD GARGANTA	2	0	7	1	-
PICOR GARGANTA	0	2	0	0	-
DOLOR DE CABEZA	2	0	11	2	-
DEBILIDAD	0	2	0	0	-
ALETARGAMIENTO	1	1	2	1	-

Tabla 4- 12 Oficina jefatura GES

Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		Nº	SI
SEQUEDAD OJOS	1	7	1	1	-
PICOR OJOS	4	4	12	4	-
LAGRIMEO OJOS	5	3	18	5	-
NARIZ TAPADA	6	2	25	6	-
SEQUEDAD NARIZ	1	7	1	1	-
SEQUEDAD GARGANTA	5	3	15	5	-
PICOR GARGANTA	5	3	11	5	-
DOLOR DE CABEZA	6	2	19	6	-
DEBILIDAD	1	7	2	1	-
ALETARGAMIENTO	1	7	1	1	-

Tabla 4-13 Oficina unidad GES

Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		N°	SI
SEQUEDAD OJOS	1	3	2	1	-
PICOR OJOS	3	1	11	3	-
LAGRIMEO OJOS	1	3	5	1	-
NARIZ TAPADA	0	4	0	0	-
SEQUEDAD NARIZ	2	2	8	2	-
SEQUEDAD GARGANTA	4	0	11	4	-
PICOR GARGANTA	1	3	4	1	-
DOLOR DE CABEZA	3	1	11	3	-
DEBILIDAD	1	3	4	1	-
ALETARGAMIENTO	0	4	0	0	-

Tabla 4-14 Oficina Recaudación

Fuente: Creación propia.

Síntomas	Presencia		Número de veces en los últimos treinta días	Mejora al abandonar el edificio	
	SI	NO		N°	SI
SEQUEDAD OJOS	0	2	0	0	-
PICOR OJOS	1	1	2	1	-
LAGRIMEO OJOS	2	0	7	2	-
NARIZ TAPADA	1	1	5	-	1
SEQUEDAD NARIZ	0	2	0	0	-
SEQUEDAD GARGANTA	1	1	2	1	-
PICOR GARGANTA	2	0	8	2	-
DOLOR DE CABEZA	2	0	6	2	-
DEBILIDAD	0	2	0	0	-
ALETARGAMIENTO	1	1	2	1	-

Tabla 4-15 Oficina Oftalmología
Fuente: Creación propia.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. El gráfico 4-1 muestra las tendencias de evolución de la temperatura, la humedad relativa y el dióxido de carbono a lo largo del tiempo en oficina SOME. Se puede apreciar que tanto la temperatura como la humedad relativa se encuentran estables, por otro lado el dióxido de carbono muestra mayor variabilidad. Estas fluctuaciones las podemos relacionar a la cantidad de usuarios en sala de espera urgencias cual está adosada a la oficina SOME. Esta variable evidencia una sobre ocupación de los espacios en periodos de tiempo y una mala ventilación para el control de este contaminante.
2. Se observa según el gráfico 4-2 una inclinación al aumento en la concentración de CO₂, con múltiples fluctuantes. Al inicio, los niveles se mantienen por debajo de los 1.000 ppm, pero al transcurrir las horas comienzan a registrarse picos más elevados, alcanzando valores cercanos a los 1.800 ppm. Este comportamiento se asocia a una ventilación inexistente o insuficiente en el punto de medición además de una acumulación progresiva en la ocupación de la sala de espera de urgencias que se encuentra contigua al punto de medición.
3. Durante el periodo observado podemos concluir que según el gráfico 4-3 la humedad relativa se encuentra estable, con valores fluctuando entre 50% y 60%. Cabe destacar que, según la normativa ASHRAE 55, el rango ideal de humedad relativa para confort térmico se encuentra entre 40% y 60% es por ello que los valores obtenidos son coincidentes con los márgenes aceptables del reglamento.
4. Con base en el gráfico 4-4 “temperatura por hora en oficina SOME” se observa una tendencia general al aumento, iniciando alrededor de los 23,5 °C y alcanzando un máximo cercano a los 26,5°C hacia el final del registro. Aunque la ASHRAE 55 plantea un rango ideal de temperatura para oficinas entre 23°C y 26°C, dependiendo del nivel de actividad y la ropa utilizada, se recomienda monitorear de forma continua, ya que en temperaturas de 26°C puede, en determinadas circunstancias, generar sensación de calor o incomodidad si no hay un control adecuado.
5. Al analizar el gráfico 4-8. “Concentraciones de CO₂/ppm en los puntos de medición”. Podemos concluir que el CO₂ presente en los puntos de medición es un indicador de la calidad de aire interior y la eficiencia de los sistemas de medición de las instalaciones. Áreas como sala de espera urgencias, Recaudación o demanda de personas requieren atención prioritaria, debido al tratarse de un centro hospitalario las concentraciones de

contaminantes biológicos por parte de los usuarios es inminente, esto genera un riesgo a la salud principalmente para los trabajadores los cuales son los que transcurren un mayor tiempo en las dependencias del hospital.

6. Al analizar el gráfico 4-10. Se observa que los niveles de MP_{2,5} fluctúan entre 44 y 57 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ en las áreas evaluadas, sin embargo, se produce un aumento significativo en la “sala de espera urgencias”, donde la medición alcanza un valor de 57 $\mu\text{g} / \text{m}^3$. Este patrón sugiere que áreas con mayor afluencia o concentración de personas, tienden a presentar niveles más altos de MP_{2,5}. Esto podría deberse a factores como mayor movimiento de personas y posible entrada de contaminantes del exterior, posteriormente “oficina SOME” muestra una ligera disminución de 55 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ lo que también evidencia una concentración elevada, esto se relaciona a su posición colindante con la sala de espera de urgencias.

Donde en los otros puntos de medición las concentraciones de MP_{2,5} se asocian netamente a su saturación de ocupación por m² por parte de los funcionarios del recinto hospitalario, además, de una inexistente filtración de los contaminantes, presentando solo una recirculación del aire interior de cada espacio a través de los mecanismos empleados en cada punto de medición.

7. Los resultados del cuestionario sobre el síndrome del edificio enfermo indican que el personal experimenta una serie de síntomas asociados directamente con su permanencia en las instalaciones laborales. Estos síntomas, que remiten casi en su totalidad al abandonar el recinto hospitalario, se ven exacerbados por una ventilación inexistente o una recirculación de flujos de aire sin el debido tratamiento. Adicionalmente, es relevante considerar que estas áreas carecen de un flujo de pacientes definido y, en ocasiones, sirven de refugio nocturno para personas en situación de calle y animales.

8.

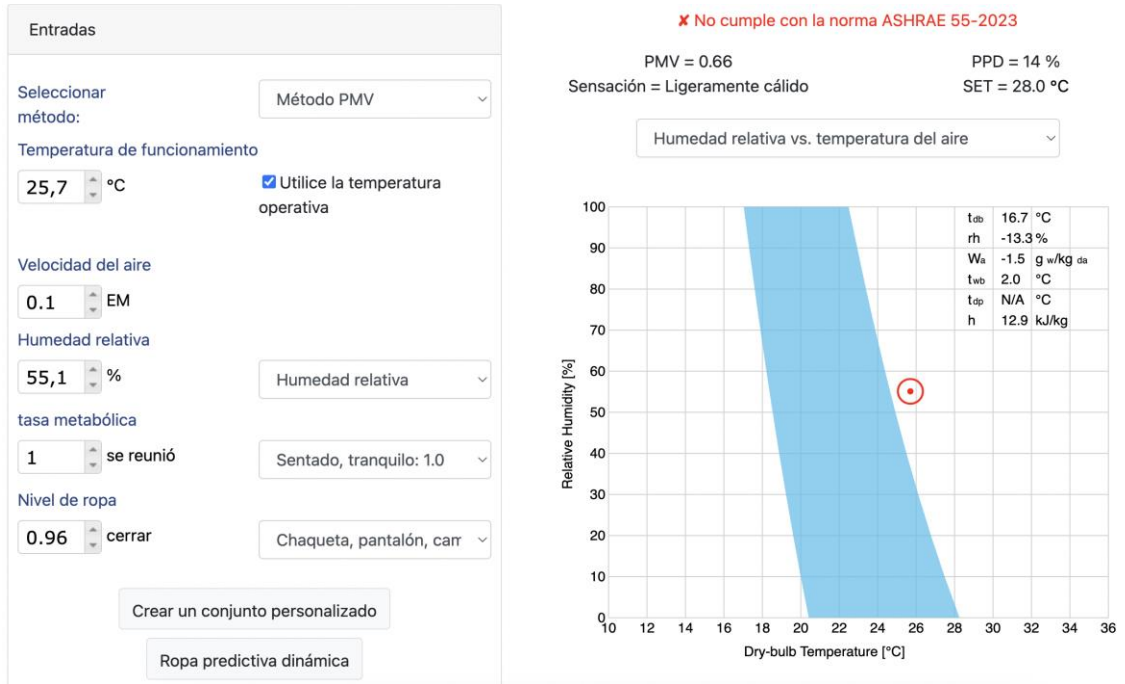


Figura 4-1 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina de admisión urgencias
Fuente: Software center for the built environment

9.

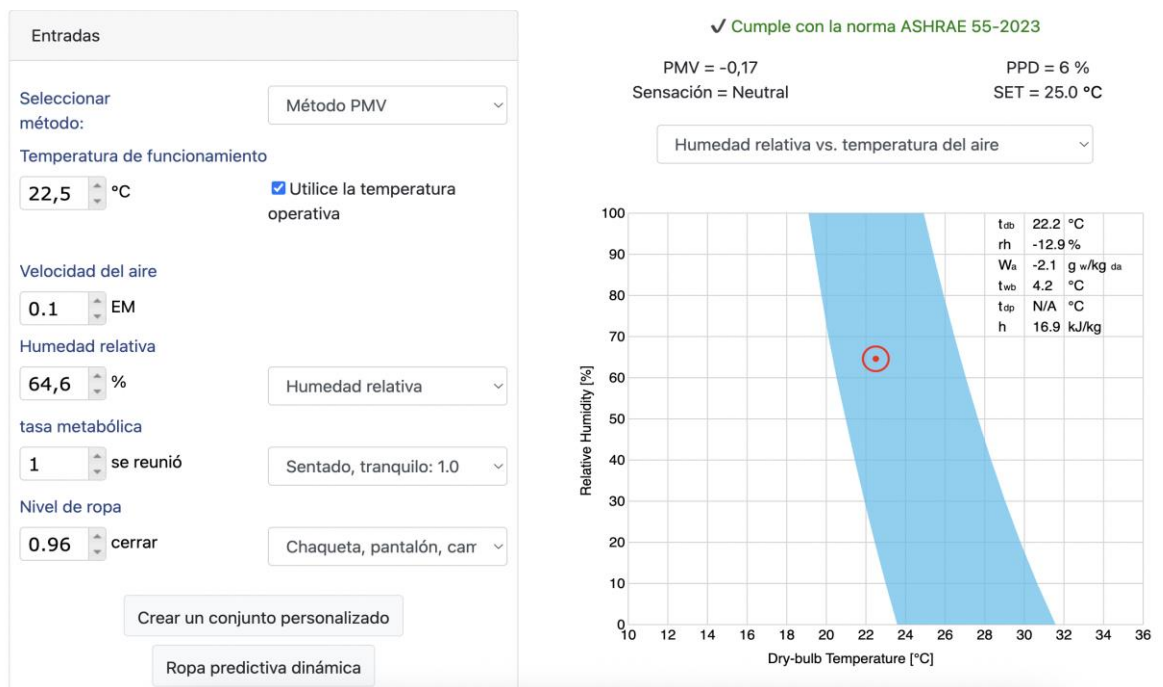


Figura 4-2 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina de recaudación
Fuente: Software center for the built environment

10.

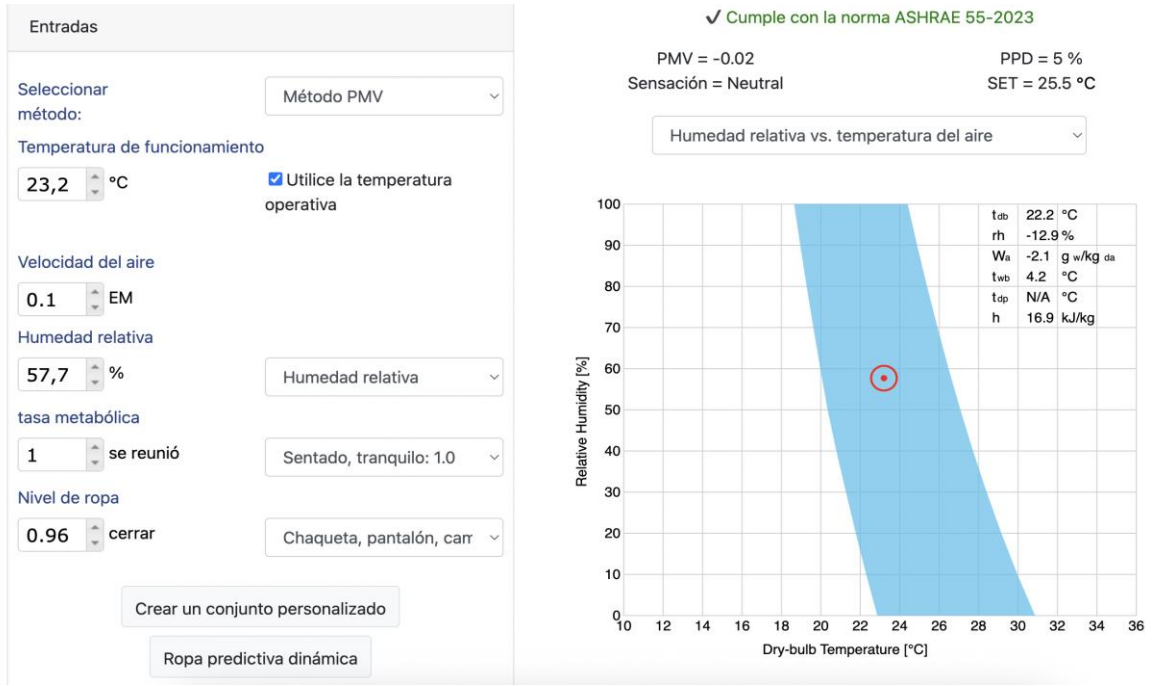


Figura 4-3 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina de imagenología
Fuente: Software center for the built environment

11.

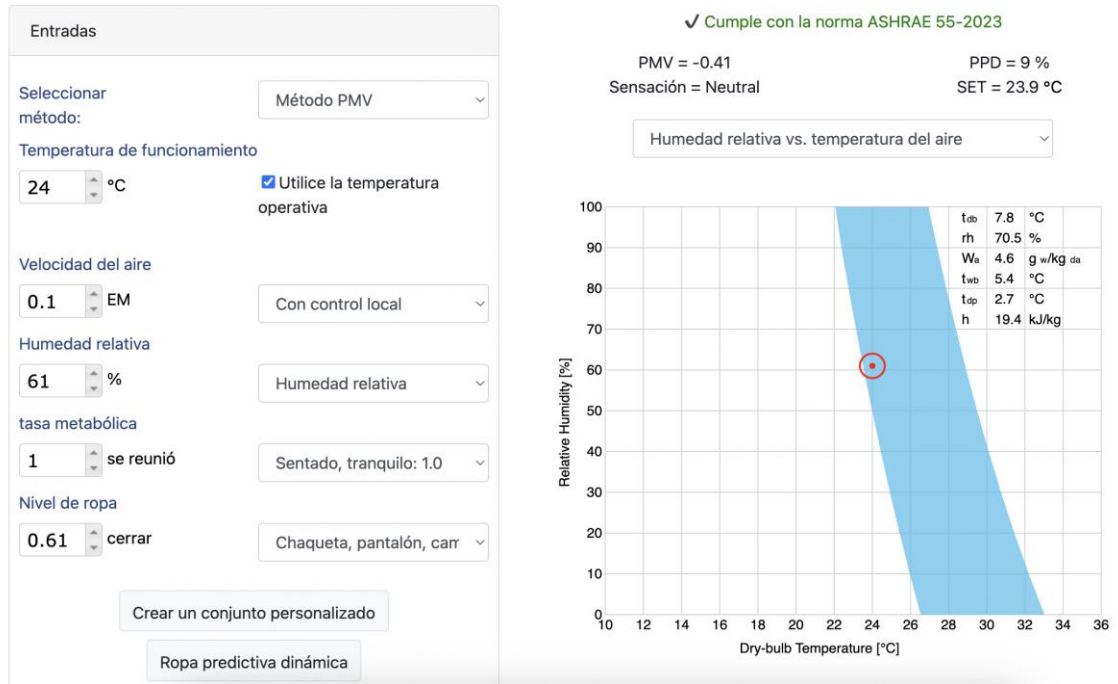


Figura 4-4 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina de demanda de personas
Fuente: Software center for the built environment

12.

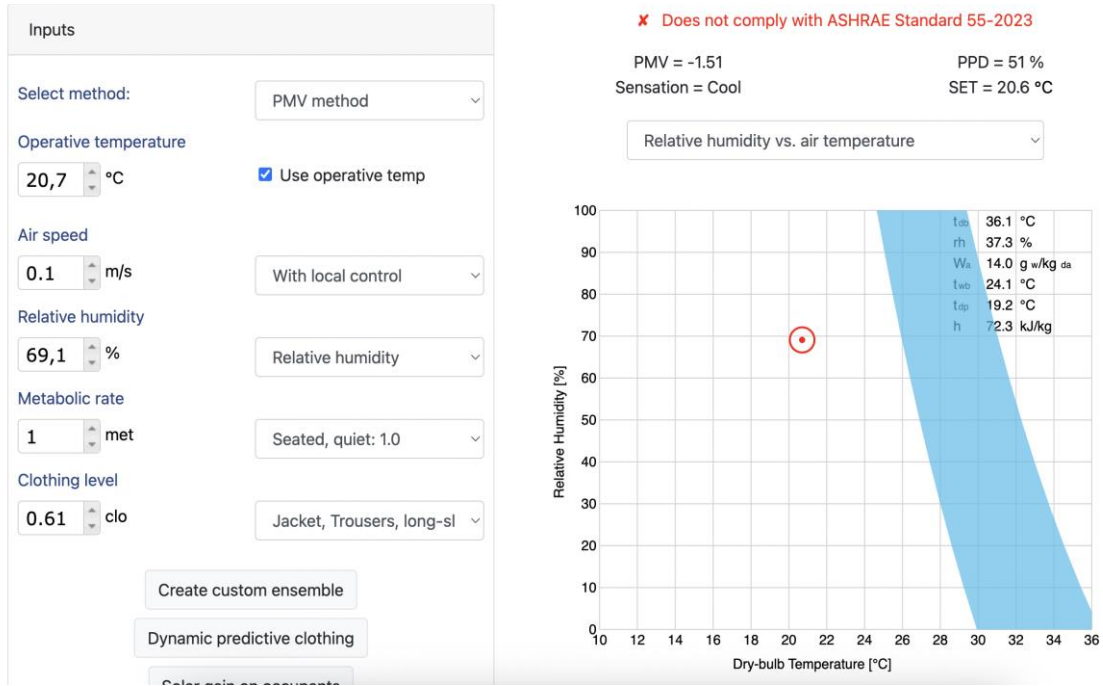


Figura 4-5 Análisis de confort térmico según ASHARE 55 en oficina de jefatura GES
Fuente: Software center for the built environment

13.

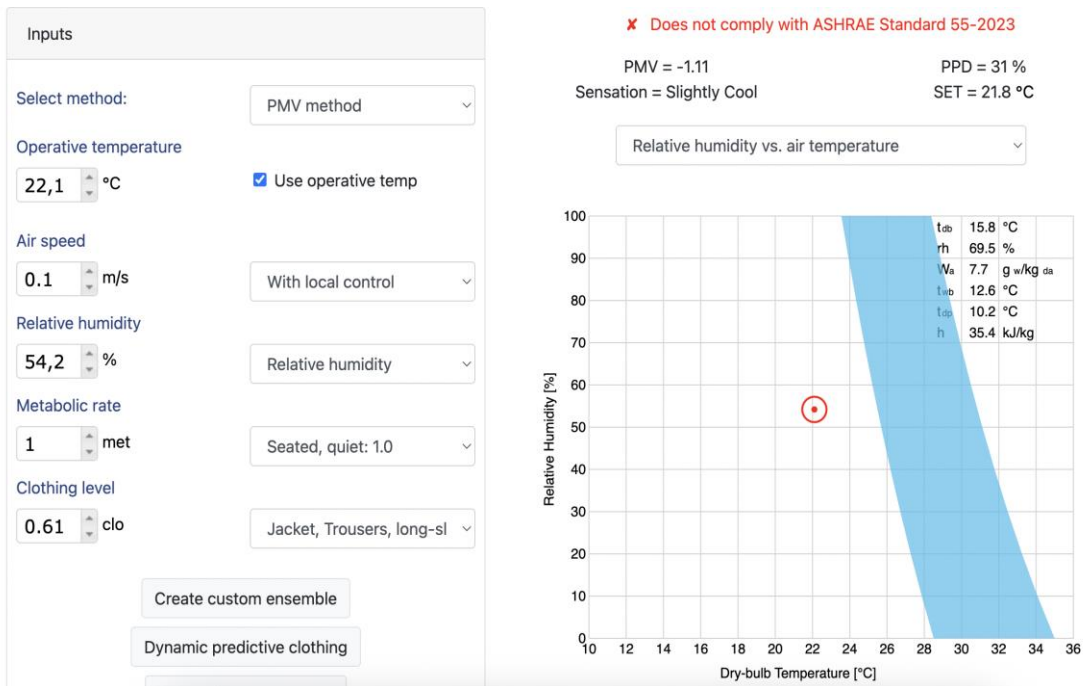


Figura 4-6 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina GES
Fuente: Software center for the built environment

14.

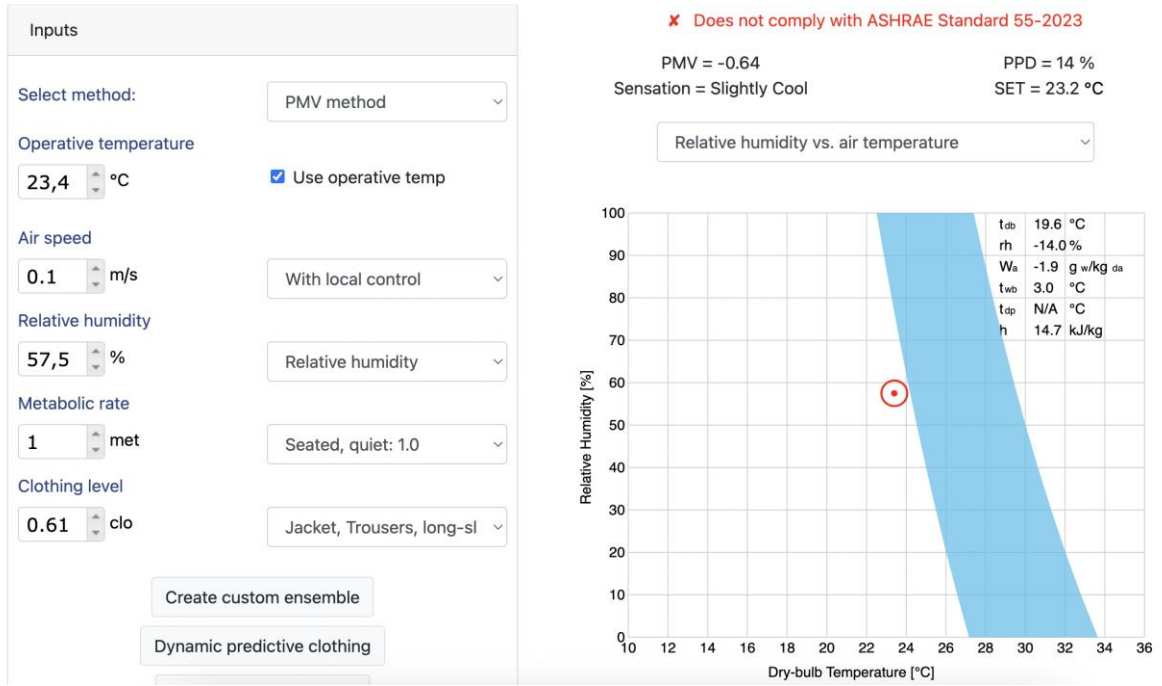


Figura 4-7 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en oficina de oftalmología
Fuente: Software center for the built environment

15.



figura 4-8 Análisis de confort térmico según ASHRAE 55 en sala de espera urgencias
Fuente: Software center for the built environment

PLAN DE MEJORA

5.1 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación de riesgos	Causa	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Acción correctiva / mitigación
Presiones de aire incorrecta (negativa o positiva)	Diseño deficiente	Riesgo de propagación de patógenos entre zonas	Media	Alto	Alto	Revisión de presiones por zona, reconfiguración de los flujos establecidos
Renovaciones de aire insuficientes	Diseño inadecuado Ocupación de oficinas saturada	Aumento de infecciones, contaminación cruzada	Alta	Alto	Crítico	Rediseño del sistema HVAC, incremento ACH
Filtración inadecuada del aire	Ausencia de filtros Mala distribución de mecanismos de ventilación	Dispersión de partículas, bacterias o virus	Alto	Alto	Crítico	Instalación de filtros HEPA o MERV donde sea requerido, Mantenimiento periódico de los mecanismos de filtración

Recirculación de aire sin tratamiento	Sistemas no incluyen purificación o filtrado del aire recirculado	Acumulación de contaminantes en el aire interior	Media	Media	Moderado	Incorporación de purificadores de alta eficiencia, eliminar dispositivos que aporten a la recirculación del aire no tratado
Falta de mantenimiento preventivo	Falta de planificación o personal capacitado	Aumento de fallas de sistema, nulo funcionamiento o	Alto	Media	Alto	Implementar plan mensual de mantenimiento preventivo con registro digital y sistema de alertas en zonas críticas
Gran demanda de atención a urgencias	Desconocimiento sobre uso de centros de salud	Urgencias saturado por gran número de consultas	Alto	Alto	Alto	Educación sobre los distintos centros asistenciales

5.2 ACCIONES CORRECTIVAS

5.2.1 Revisión de Las condiciones generales y presiones por zona

Encargado: Departamento de mantenimiento



Plazo semanas 32 semanas

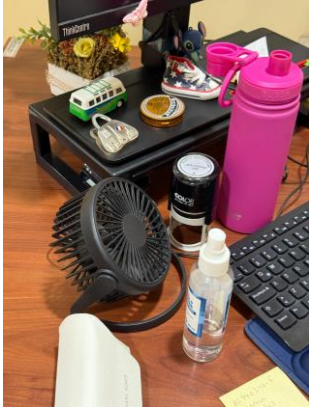


Se establecerá un programa de mediciones periódicas, a cargo de una empresa contratista especializada, durante cada jornada laboral. Las mediciones contemplarán los siguientes parámetros ambientales: material particulado fino (MP 2.5), dióxido de carbono (CO₂), temperatura y humedad. Esta acción permitirá generar un catastro detallado y representativo de las condiciones ambientales de las áreas evaluadas.

5.2.2 Generar un sistema con automatizado con celosías adaptables para establecer flujos de ventilación necesarios para cada puesto de trabajo

Encargado: Departamento de mantenimiento solicita trabajos a empresa externa

Plazo 1 a 5 semanas

<p>Eliminación de aire acondicionado oficina Ges, hacer uso de ductos de ventilación existentes en el área</p>	
<p>Eliminación de aire acondicionado para la sala de espera de urgencias, incorporando a los ductos de ventilación filtros merv 8 y flujo de aire necesario para mantener una baja concentración de MP2,5 y Co2</p>	

<p>Eliminar ventiladores personales para ventanillas de atención.</p>	
<p>Incorporación de ducto de ventilación para la oficina de admisión urgencias, considerar las renovaciones de aire por hora que establece la normativa, considerando una presión positiva o neutra en relación con la sala de espera de urgencias</p>	
<p>Retirar el ventilador que se encuentra en las dependencias de admisión de oftalmología e incorporar un ducto de ventilación que cumpla con las renovaciones de aire correspondientes</p>	

5.2.5 Incorporación de filtros de alta eficiencia

Encargado: Departamento de mantenimiento

Plazos: 1 semanas

Para espacios que cumplan con la cantidad de renovaciones de aire necesarias se instalarán purificadores de aire con filtros de alta eficiencia

Se recomienda incorporar purificadores de aire con filtros de alta eficiencia para controlar patógenos existentes en el ambiente

En espacios como jefatura de GES o oftalmología, estos purificadores de aire cuentan con distintas etapas de filtrado tales como, Pre-filtrado de partículas grandes, filtro HEPA, filtro carbón activado, filtro fotocatalítico y una lámpara UV germicida. Con estas barreras se busca eliminar agentes contaminantes propios de un recinto hospitalario.



Costos

N°	Detalle	Valor	Total
3	Purificador de aire inteligente de 7 etapas de filtrado 	250.000	https://www.shoppingvirtual.cl/producto/purificador-de-aire-inteligente-7-etapas-de-filtrado/
		Total	750.000

5.2.6 Plan mensual de mantenimiento preventivo

Encargado: Departamento de mantenimiento

Plazos: Mensualmente

Se implementará un plan mensual de mantenimiento que permitirá llevar un registro detallado de cada intervención. Este registro estará disponible físicamente en cada espacio intervenido y será actualizado mensualmente. Incluirá información específica como el nombre del ejecutante, fecha y hora de la revisión, recambio de filtros (cuando corresponda) y observaciones detectadas durante la ejecución del mantenimiento.

Área						
Ejecutante	Fecha	Hora	Parámetros	Recambio de filtros		Observaciones
				SI	NO	
	/01/2025					
	/02/2025					
	/03/2025					
	/04/2025					

5.2.7 Educación a pacientes sobre los distintos centros asistenciales

Encargado: Unidad de control de gestión e información en salud

Se elaborarán trípticos y se acompañarán de un video informativo para educar a la población sobre los distintos centros de salud, sus servicios y la relevancia de las campañas de vacunación. Estas recomendaciones se aplicarán en todos los establecimientos del servicio de salud, respetando sus políticas internas.

Plazo 52 semanas

Costos

N°	Detalle	Valor
1	Elaboración de diseño para tríptico informativo	40.000
10.000 unidades	Impresion de triptico informativo	5.400.000
1	Elaboración de video informativo	1.000.000
Total		6.440.000

CONCLUSIONES

1. Al caracterizar el centro asistencial y la zona geográfica donde se emplaza el Hospital Penco-Lirquén se cumplió de manera exhaustiva, sentando las bases contextuales esenciales para la posterior evaluación de la calidad del aire interior (CAI).

La caracterización del hospital reveló que la antigüedad y el diseño arquitectónico de las áreas de estudio (ventanillas de atención y sala de espera de urgencias) influyen directamente en los patrones de ventilación natural y mecánica. Se identificó la dependencia de un sistema de ventilación parcialmente obsoleto o inexistente en ciertas secciones, y la alta densidad ocupacional en horas pico de atención. Estos factores estructurales y operativos se establecen como variables clave que impactarán los niveles de CO₂, temperatura y humedad, justificando la selección de los puntos de medición y la necesidad de contrastar los hallazgos con la capacidad de los sistemas existentes.

La caracterización geográfica donde se emplaza el recinto hospitalario destaca la influencia de factores ambientales externos críticos. La zona presenta una alta variabilidad climática (con inviernos fríos y húmedos), lo que obliga a mantener los espacios cerrados, limitando la ventilación natural. Además, la proximidad a fuentes potenciales de contaminación atmosférica (Puerto Lirquén, Indura, Vidrios Lirquén, proyectos forestales y tráfico vehicular) introduce un riesgo de ingreso de contaminantes externos, como el material particulado (MP_{2.5}), a las instalaciones.

2. El objetivo de evaluar la calidad del aire en las ventanillas de atención al público del primer piso y sala de espera de urgencias del Hospital Penco-Lirquén se cumplió satisfactoriamente.

La aplicación de mediciones cuantitativas de dióxido de carbono (CO₂), temperatura, humedad relativa y material particulado (MP 2,5) en las ventanillas de atención a público y sala de espera reveló que, si bien la tempera ASHRAE 55, al analizar estos parámetros mediante un software se establece que solo 4 de 8 puntos de mediciones cumplen con un confort térmico aceptable, por otro lado los niveles de CO₂ en ciertos momentos, superaron los límites establecidos por normativas nacionales como el DS 594 e internacionales como es la ASHARE 62.1 (aquellos que sugieren un máximo de 700 ppm), indicando una ventilación deficiente. Similarmente, se identificaron

episodios donde la concentración de MP 2,5 excedió los límites recomendados, lo que podría estar relacionado con factores externos o la actividad interna.

Por su parte, la medición cualitativa a través de la Encuesta de Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) arrojó una alta prevalencia de síntomas entre el personal, específicamente aquellos relacionados con las vías respiratorias y la irritación ocular, lo cual correlaciona significativamente con los periodos y lugares de las mediciones cuantitativas que mostraron valores críticos de CO₂ y MP 2,5.

El contraste de los resultados obtenidos con la normativa nacional e internacional vigente indica que el hospital no asegura el cumplimiento cabal de todos los estándares de calidad del aire interior. Las deficiencias de ventilación, manifestadas por el exceso de CO₂ y los picos de MP 2,5 comprometen la salud y el confort de los usuarios y el personal, lo que se refuerza con la alta tasa de sintomatología reportada en la encuesta SEE. Esto sugiere la necesidad urgente de implementar medidas correctivas, enfocadas principalmente en mejorar la renovación del aire en las zonas de alta concentración de personas para mitigar el riesgo de transmisión de infecciones aéreas y reducir la sintomatología asociada al SEE.

3. El objetivo de elaborar una propuesta de mejora se ha cumplido mediante la articulación de los hallazgos de la evaluación de la calidad del aire y su contraste con la normativa vigente.

La propuesta se justifica plenamente en la detección de incumplimientos a los estándares de ventilación y las concentraciones de contaminantes, junto con la evidencia cualitativa del síndrome del edificio enfermo, esta propuesta de mejora se estructura en dos ejes estratégicos para garantizar el cumplimiento de los estándares y la protección de la salud pública:

- A. Medidas de intervención inmediata: se enfocan en ajustes rápidos como la eliminación de elementos de recirculación de aire como lo son ventiladores y aires acondicionados, además de la reprogramación de sistemas de climatización y ventilaciones existentes para aumentar las tasas de renovación de aire por persona.

- B. Medidas de gestión y vigilancia: Orientadas a establecer un programa de gestión de calidad del aire interior permanente, que involucre la capacitación del personal, la documentación de mantenciones y la realización de autorías periódicas del CAI para asegurar la sostenibilidad de los estándares.

BIBLIOGRAFÍA

- Hospital Penco – Lirquén (2025). Misión y Visión
<https://www.hospitalpencolirquen.cl/mision-vision-y-valores/>
- NTP 289: Síndrome del edificio enfermo, Factores de riesgo (1992).
<https://www.insst.es/documentacion/colecciones-tecnicas/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion/8-serie-ntp-numeros-261-a-295-ano-1992/ntp-289-sindrome-del-edificio-enfermo-factores-de-riesgo>
- Ley 16744. Establece normas sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales (2022).
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28650>
- Decreto 594. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (2019).
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=167766>
- ASHRAE 62.1
- ASHRAE 55
- Sistema de información Nacional de calidad de aire (2025). Monitoreo en línea.
<https://sinca.mma.gob.cl/index.php/>
- Instituto de salud pública (2025). Circulación del virus respiratorio.
<https://www.ispch.gob.cl/>
- Software center for the built environment (2020). ASHRAE 55
<https://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- <https://www.aqi.in/es/dashboard/chile/biobio/concepcion>