



Universidad
Internacional
de Valencia

**EVALUACIÓN DE RIESGO DE TRANSMISIÓN DE SARS-COV-2 EN
LA GERENCIA REGIONAL DE SALUD CUSCO**

Titulación:
Master Universitario en
Prevención de Riesgos
Laborales
Curso académico
2021 – 2022

Alumno/a: Rodríguez
Luque, Marisol Sara
D.N.I: 48439813

Director/a de TFM:
Germán Carbajo García

Convocatoria:
Primera

RESUMEN

El presente estudio de investigación se efectuó en la provincia, departamento y distrito de Cusco en la Gerencia Regional de Salud Cusco. El objetivo fue evaluar las condiciones del ambiente interior para reducir los riesgos de transmisión del virus SARS-CoV-2.

Para la realización de la investigación se ejecutaron mediciones de concentración dióxido de carbono (ppm) en 7 ambientes interiores durante la jornada laboral en un periodo de un mes desde el 2 de diciembre al 30 de diciembre del 2021, en los cuales se consideró el número de ocupantes en el lugar, tipo de ventilación natural o mecánica y el número de ventanas y puertas, por lo cual se utilizó un medidor de dióxido de carbono, de marca Hytechcn de sensor infrarrojo no dispersivo (NDIR) de lectura directa. De acuerdo al análisis de los valores de concentración de CO₂ alcanzaron un mínimo 399 ppm CO₂ de y máximo de 887 ppm de CO₂ y una concentración media de 505.8 ppm de CO₂.

El estudio no se encontró ningún punto de monitoreo de concentraciones de CO₂ que exceden los límites máximos permisibles de 1000 ppm

Palabras clave: SARS-CoV-2, dióxido de carbono, ambiente interior

ABSTRACT

The present research study was carried out in the province, department and district of Cusco at the Regional Health Management of Cusco. The objective was to evaluate the conditions of the indoor environment to reduce the risk of SARS-CoV-2 virus transmission.

In order to carry out the research, measurements of carbon dioxide concentration (ppm) were taken outdoors and in 7 indoor environments during the working day in a period of one month from December 2 to December 30, 2021, in which the number of occupants in the place, type of natural or mechanical ventilation and the number of windows and doors were considered, for which a carbon dioxide meter, Hytechcn brand with direct reading non-dispersive infrared (NDIR) sensor, was used. According to the analysis of the CO₂ concentration values reached a minimum of 399 ppm of CO₂ and a maximum of 887 ppm of CO₂ and an average concentration of 505.8 ppm of CO₂.

The study did not find any monitoring points of CO₂ concentrations exceeding the maximum allowable limits of 1000 ppm.

Key words: SARS-Cov-2, carbon dioxide, indoor environment

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	2
ABSTRACT	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
1. Introducción.....	7
1.1. Justificación	8
2. Marco Teórico	10
2.1. Definiciones	10
2.2. Agentes biológicos.....	13
2.2.1. Concepto de riesgo biológico	13
2.2.2. Clasificación de los agentes biológicos	14
2.2.3. Riesgos para la de salud de una persona debido a una mala calidad del aire interior	15
2.3. Aspectos del sistema de ventilación	17
2.4. Mecanismos de transmisión del SARS-CoV-2	18
2.5. Evaluación del riesgo de transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles.....	20
2.6. Medidas de protección frente al virus.....	20
2.7. Importancia de la ventilación como medida preventiva de COVID-19	22
2.8. Límites de dióxido de carbono recomendados en periodo de emergencia.	24
2.8.1. Diferencia respecto a otras recomendaciones.....	24
2.8.2. Límites recomendados de CO ₂ en ambientes internos	25
3. Descripción de la empresa	27
3.1. Finalidad	27
3.2. Naturaleza jurídica	27
3.3. Estructura Orgánica	27
3.4. Organigrama.....	28
3.5. Nómina de trabajadores.....	29
3.6. Vigilancia de la salud a exposición a SARS-CoV-2	30
3.6.1. Nivel de contagio de COVID-19 en GERESA Cusco	32



3.6.2. Inmunización contra la COVID-19	33
4. Marco Legal	34
4.1. Marco legal aplicable en España	34
4.2. Marco Legal aplicable en Perú.....	34
5. Objetivos	37
5.1. Objetivo General.....	37
5.2. Objetivos Específicos.....	37
6. Metodología	38
6.1. Técnica de Recolección de Datos.....	38
6.1.1. Descripción Técnica del equipo.....	38
6.1.2. Monitoreo en campo.....	39
6.1.3. Criterios para la medición de niveles de co2 en ambientes laborales cerrados ..	40
6.1.4. Puntos de medición.....	40
7. RESULTADOS DEL MONITOREO DEL CO2	42
8. CONCLUSIONES.....	47
9. RECOMENDACIONES	49
10. BIBLIOGRAFÍA.....	53



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los agentes biológicos.....	15
Tabla 2 Comparativa entre dos de las vías de transmisión del SARS-CoV-2	19
Tabla 3 Factores que influyen en la generación de aerosoles	20
Tabla 4 Medidas de protección frente al virus.....	21
Tabla 5 Caudales de aire exterior, en l/s por persona.....	22
Tabla 6 Concentración de CO ₂ (en ppm) en los locales.....	24
Tabla 7 Valores referenciales de los Niveles de CO ₂ en ppm	26
Tabla 8 Número de trabajadores de la GERESA Cusco.....	29
Tabla 9 Determinación del nivel de riesgo a COVID-19.....	31
Tabla 10 Nómina de trabajadores por riesgo de exposición a COVID-19	31
Tabla 11 Puntos de monitoreo.....	41
Tabla 12 Valores dióxido de carbono por puntos de monitoreo	42
Tabla 13 Estadísticos descriptivos de CO ₂	44
Tabla 14 Valores temperatura por puntos de monitoreo	44
Tabla 15 Estadísticos descriptivos de la temperatura	44
Tabla 16 Valores humedad por puntos de monitoreo	45
Tabla 17 Estadísticos descriptivos de la humedad	45
Tabla 18 Límite de riesgo para ambientes saludables	52
Tabla 19 Medición de CO ₂ en todos los ambientes de la GERESA Cusco	58
Tabla 20 Ubicación de los puntos de monitoreo de CO ₂ de la GERESA Cusco.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire interior.	16
Figura 2 Diagrama de un edificio que muestra diversas fuentes de contaminantes de interior y de exterior.	17
Figura 3 Organigrama funcional de la GERESA Cusco	29
Figura 4 Número de casos positivos de la GERESA Cusco período 2020-2021	32
Figura 5 Equipo de medición de dióxido de carbono- CO2	38
Figura 6 Resultado de dióxido de carbono en los puntos de monitoreo	43
Figura 7 Comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la temperatura	46
Figura 8 Comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la humedad.....	46
Figura 9 Plano de detalle de planta de Acceso y Gestión de Medicamentos	63
Figura 10 Plano de detalle de planta de Dirección de Salud Ocupacional	63
Figura 11 Plano de detalle de Planta de Fiscalización de Medicamentos	64
Figura 12 Plano de detalle de planta de ambiente 3 – Laboratorio	64
Figura 13 Plano de detalle de planta de ambiente 1 - laboratorio	65
Figura 14 Plano de detalle de planta de ambiente 2 - Laboratorio	66
Figura 15 Plano de detalle de planta de Farmacia Institucional	67
Figura 16 Isometrías de ventilación de la Dirección Salud Ocupacional	71
Figura 17 Isometrías de ventilación de ambiente 2 – Laboratorio	71
Figura 18 Isometrías de ventilación de ambiente 3 - Laboratorio.....	72
Figura 19 Isometrías de ventilación de ambiente 1 – Laboratorio	72
Figura 20 Isometrías de ventilación de Fiscalización de Medicamentos	73
Figura 21 Isometrías de ventilación de Acceso y Gestión de Medicamentos	73
Figura 22 Isometrías de ventilación de Farmacia Institucional.....	74

1. Introducción

Desde que en diciembre de 2019 apareció en la región de Wuhan (China) un virus desconocido, de la familia de los Coronavirus, denominado SARS-CoV-2, ha puesto una de las pandemias con mayor impacto sanitario, social y económico en la mayoría de los países del mundo. (MITES, 2021, p. 2). A partir de ese momento, se han publicado diferentes estudios sobre el comportamiento del SARS-CoV-2, su viabilidad, supervivencia, propagación y transmisión; los estudios científicos y el Ministerio de Sanidad han aceptado que la transmisión del coronavirus es, fundamentalmente, a través de los aerosoles.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), asume por la evidencia científica y actualiza su documento sobre la forma de transmisión del coronavirus. "La transmisión por aerosoles puede ocurrir en lugares específicos, particularmente sitios cerrados, con mucha gente y poco ventilados donde las personas infectadas pasen periodos largos de tiempo con otras". Por tal motivo se adoptó medidas preventivas relacionadas a la ventilación en los centros de trabajo y se estableció mediante el Real Decreto Ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgente de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19. Esta normativa, establece en su artículo 7 la necesidad de "adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuados a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso".

Además de la higiene personal, se garantizaran los medios necesarios para garantizar la higiene de los lugares de trabajo, que deberá intensificarse en relación con la práctica habitual. Debe asegurarse una correcta ventilación de los lugares de trabajo y espacios interiores (MSCBS, 2021, p.8).

Medir el nivel de CO₂ nos indica la calidad del aire de los espacios interiores cerrados y es un indicador para comprobar si estamos ventilando de manera adecuada, esta información contribuirá a la toma de decisión para el control de la pandemia por parte de los empresarios, los servicios de prevención propio o ajeno, así como las fuentes de información que pueden resultar útiles, de acuerdo con los criterios de las autoridades competentes.

El nivel de CO₂, no es estático, debido a que fluctúa a lo largo del tiempo. Puede que al inicio del día, se encuentre en un nivel aceptable, pero si el ambiente se va concentrado, puede terminar siendo inaceptable en pocas horas. Por tal motivo, a medio plazo sea obligatorio disponer de un medidor en tiempo real de CO₂ para conocer el grado de ventilación de los centros laborales, y que sea visible desde todo el recinto, para garantizar un ambiente seguro.

1.1. Justificación

El día 6 de marzo del 2020 se reportó el primer caso de infección por coronavirus en el Perú (Gestión, 2020). Ante este panorama, se tomaron medidas como la vigilancia epidemiológica que abarca desde la búsqueda de casos sospechosos por contacto cercano y su cuarentena estricta, hasta el aislamiento de los casos confirmados, ya sea domiciliario u hospitalario, dependiendo de la gravedad; así como también, la realización de procedimientos de laboratorio (serológicos y moleculares) para el diagnóstico de casos de la COVID-19. Adicionalmente se implementaron medidas para el manejo clínico adecuado de casos positivos y su comunicación para investigación epidemiológica, así como medidas básicas de prevención y disminución del riesgo de transmisión en centros hospitalarios y no hospitalarios.

La R.M.N°972-2020-MINSA indica que “la exposición al virus SARS-CoV-2 que produce la COVID-19, representa un riesgo biológico por su comportamiento epidémico y alta transmisibilidad. Siendo los centros laborales espacios que constituyen lugares de exposición y contagio, se deben considerar medidas para su vigilancia, prevención y control”.

La permanencia dentro de un ambiente laboral cerrado durante tiempos prolongados, es el principal responsable de la contaminación de diversos tipos presentes en el edificio, que suele denominarse mala calidad del aire en interiores. Actualmente se acepta de forma general que los edificios que carecen de ventilación natural presentan riesgo de exposición a contaminantes. (Guardino, s.f).

Dado que los trabajadores son uno de los principales actores en las entidades públicas o privadas, la gestión de recursos humanos cobra una relevancia aún mayor, pues debe asumir el reto prevención de riesgos laborales y de encontrar nuevas formas de trabajar e interrelacionarse a nivel personal y profesional.

La falta de ventilación o unas tasas de ventilación bajas están asociadas con mayores tasas de infección o brote de enfermedades de transmisión aérea (Atkinson et al., 2010, p.22)

Contribuir a la disminución del riesgo de transmisión del virus SARS-CoV-2 a través de aerosoles en ambientes laborales cerrados de la Gerencia Regional de Salud Cusco, estableciendo criterios para una adecuada ventilación, la medición de CO₂ y control del aforo.

La evolución de la crisis sanitaria obliga a adaptar y concretar de manera continua las medidas adoptadas para mantener la vida cotidiana y la actividad económica, garantizando la capacidad de respuesta de todos los sectores económicos y sociales (MSCBS, 2021, p.7).

El personal de salud de la GERESA Cusco, desde que el estado peruano declaró en emergencia sanitaria por COVID-19 en todo el territorio nacional, sus actividades se consideraron esenciales y debido a ello nunca dejaron de laborar, es por ello que se debe garantizar un ambiente saludable durante el desarrollo de sus actividades mediante la medición de CO₂ y de esta manera reducir los riesgos de transmisión del virus SARS-CoV-2.

2. Marco Teórico

2.1. Definiciones

- **Aerosol:** Suspensión de partículas sólidas o líquidas en el aire, con un rango de tamaño desde nanómetros a varios micrómetros, que, debido a su pequeño tamaño y bajo peso, pueden mantenerse en suspensión durante un periodo de tiempo variable (minutos hasta horas), y dispersarse a una gran distancia. Estas partículas pueden ser inhaladas, pueden impactar o depositarse en las mucosas o pueden penetrar a través de la piel y causar efectos adversos para la salud de los trabajadores.
- **Aforo:** Es el cálculo que se realiza para obtener la máxima capacidad de personas que, se pueden albergar en un objeto de inspección, como un ambiente laboral, tienda, o servicio de transporte.
- **Agente biológico:** Microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.
- **Agente Infeccioso:** Organismo (virus, rickettsia, bacteria, hongo, protozooario o helminto) que sea capaz de producir una infección o una enfermedad infecciosa, como la COVID-19.
- **Aire interior:** Aire localizado en un espacio cerrado y habitable, suele aplicarse a ambientes de interior no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares.
- **Bioaerosol:** Es un aerosol cuyas partículas tienen su origen en fuentes biológicas (vivas o muertas): virus, bacterias, hongos, etc.; la existencia de bioaerosoles, tanto en entornos laborales como residenciales, provoca un gran impacto en la salud humana: alergias, hipersensibilidad, toxicidad, irritación y enfermedades infecciosas.
- **Caudal de aire:** Volumen de aire que, en condiciones normales, se aporta a un ambiente por unidad de tiempo.
- **CO₂:** Es un gas incoloro en condiciones de temperatura y presión estándar. Es un producto de la respiración de todos los organismos aerobios y su concentración actual en la atmósfera es de alrededor 0,04% (410 ppm) en volumen.

- **COVID-19:** Agente biológico, son las siglas en inglés de Corona (CO-Crown), ViruS(Vi-Virus) y enfermedad(D-disease) y 19 por el año en que se ha descubierto. Enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2.
- **Distanciamiento físico:** Es un conjunto de medidas para el control de infecciones. El objetivo del distanciamiento físico es reducir las posibilidades de contacto entre las personas infectadas y no infectadas, con la finalidad de minimizar la transmisión de enfermedades infecciosas, la distancia mínima es más de 2 metros.
- **Filtración de aire:** Sistema eficaz para reducción de las partículas presentes en el aire que, por ejemplo, puedan contener el virus; consiste en hacer pasar el aire por un filtro, que retendrá las partículas contaminantes devolviéndolo purificado y libre de esas posibles partículas con virus. El filtro únicamente retendrá las partículas líquidas o sólidas en suspensión y no los gases, por lo que no afectará al nivel de CO₂ presente.
- **Inmunización:** Es el proceso por el que una persona se hace inmune o resistente a una enfermedad infecciosa, por lo general mediante la administración de una vacuna.
- **Medición de CO₂:** Es el procedimiento para determinar la calidad del aire al interior de un ambiente en base a los niveles de CO₂ encontrados, el mismo sirve como un indicador para comprobar la ventilación adecuada. Este proceso caracteriza y cuantifica los parámetros de calidad del aire.
- **Medidor de CO₂:** Es un dispositivo portátil de sensor espectroscópico, que mide la concentración de dióxido de carbono (ppm), temperatura (°C) y humedad (%) en el ambiente, mostrando estos valores en una pantalla.
- **Oxígeno:** Es un gas incoloro, inodoro, insípido y poco soluble en agua, no es un gas inflamable, pero si es comburente y puede acelerar rápidamente la combustión. Constituye aproximadamente el 21% del aire ambiental.
- **Partes por millón (p.p.m.):** Unidad de medida de concentración que indica la cantidad de unidades de la sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto.
- **Renovación de aire:** Sustitución de un volumen de aire contenido en una sala o recinto por otro volumen equivalente de aire limpio, en un periodo de tiempo determinado.

- **Riesgo de exposición al SARS-CoV-2 en ambientes cerrados:** La transmisión aérea es la que se da principalmente en los ambientes cerrados, ya que aire expirado por una persona infectada contiene partículas virales, las que pueden ser inhaladas por otras personas sanas que se encuentran en el mismo ambiente, produciéndose el contagio. Un ambiente cerrado y sin ventilación, incrementa el riesgo de exposición al SARS-CoV-2.
- **SARS-CoV-2:** Es virus, viene de síndrome respiratorio agudo grave o SARS-CoV-2.
- **Transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles:** A través de partículas que pueden permanecer en el aire durante más tiempo, ocurren normalmente en espacios cerrados y con una ventilación inadecuada, donde las personas permanecen por un periodo de tiempo largo. El riesgo aumenta cuanto más tiempo se permanezca en dicho ambiente.
- **Transmisión del SARS-CoV-2:** Son los mecanismos por los cuales se produce el contagio de la enfermedad. Existen 3: contacto directo con personas infectadas que al hablar, toser o estornudar, expulsan gotitas respiratorias o saliva (gotitas de flugger) que contienen partículas virales; la transmisión aérea que se da compartiendo espacios cerrados con personas infectadas; y el que se da a través de los fómites que son partículas virales depositadas en superficies inanimadas. Los primeros dos mecanismos son los más importantes.
- **Vacuna:** La vacunación es una forma sencilla, inocua y eficaz de protegernos contra enfermedades dañinas antes de entrar en contacto con ellas. Las vacunas activan las defensas naturales del organismo para que aprendan a resistir a infecciones específicas, y fortalecen el sistema inmunitario. La mayoría de las vacunas se inyectan, pero otras se ingieren (vía oral) o se nebulizan en la nariz.
- **Ventilación cruzada:** Es la apertura de las ventanas o puertas de la habitación en paredes opuestas. Se garantiza una mayor eficacia con una ventilación natural cruzada.
- **Ventilación por medios mecánicos:** Controla las entradas y salidas de aire, por lo que no se ve tan influenciada por la meteorología exterior y permite controlar el caudal introducido, aunque su instalación y mantenimiento sean más costosos, estos están asociados con el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

- **Ventilación por medios naturales:** Es generada por diferencias de temperatura, viento o difusión que se produce a través de puertas, ventanas, ductos, pozos u otras aberturas en un ambiente, lugar o espacio. Se consigue abriendo las puertas y ventanas por acción del viento y depende de las condiciones meteorológicas del exterior, del diseño del edificio, de la ocupación y las actividades realizadas por las personas que se encuentran dentro.
- **Ventilación:** La ventilación es el proceso de renovación de aire en un local, espacio o ambiente, es decir, consiste en proporcionar aire limpio exterior a un edificio o una habitación. El aporte de aire exterior es esencial para sanear el aire que se respira en un local, espacio o ambiente y diluir los contaminantes que se originan.
- **Virus:** Es una partícula de código genético, ADN o ARN, encapsulada en una vesícula de proteínas. Los virus no se pueden replicar por sí solos. Necesitan infectar células y usar los componentes de la célula huésped para hacer copias de sí mismos. A menudo, el virus daña o mata a la célula huésped en el proceso de multiplicación.

2.2. Agentes biológicos

2.2.1. Concepto de riesgo biológico

Los riesgos biológicos son aquellos riesgos del ambiente laboral que están causados por la acción de seres vivos.

En definitiva el concepto de agente biológico incluye, pero no está limitado, a bacterias, hongos, virus, rickettsias, clamidias, endoparásitos humanos, productos de recombinación, cultivos celulares humanos o de animales, y los agentes biológicos potencialmente infecciosos que estas células puedan contener, priones y otros agentes infecciosos

Son microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

En términos de síntomas clínicos, el desarrollo de una enfermedad aguda típica puede dividirse en varias etapas:

- La Infección: el organismo llega al hospedador y se empieza a multiplicar.
- La incubación: es el tiempo que transcurre desde la infección hasta la aparición de los síntomas de la enfermedad. Algunas tienen periodos cortos y otros periodos largos. El periodo de incubación está determinado por el tamaño del inóculo (cantidad de microorganismos que llegan al hospedador) y la distancia entre el sitio de entrada y el foco de la infección.
- La fase aguda: es el periodo en el que la enfermedad está en su punto cumbre y con síntomas evidentes.
- La fase de declive: es el periodo en el que los síntomas de la enfermedad van cediendo y empieza a notarse una sensación de mejoría. La desaparición de los síntomas puede ser rápida o lenta. En algunos casos los hospedadores no consiguen recuperarse y el organismo muere.
- La fase de convalecencia: es el periodo en el que el paciente recobra vigor y vuelve a la normalidad. En algunos casos no existe este periodo puesto que el paciente muere.

2.2.2. Clasificación de los agentes biológicos

La clasificación de los agentes biológicos puede llevarse a cabo atendiendo a diferentes criterios:

- Criterios taxonómicos: cuya función es organizar al árbol filogenético en un sistema de clasificación en ramas las diferentes ramas de la biología (microbiología, botánica y zoología). Los agentes biológicos más importantes son: priones, virus, bacterias, protozoos, hongos, parásitos pluricelulares
- Criterios por riesgo de infección: cuya clasificación queda establecida en el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y cuyo objetivo fundamental será el de la evaluación de riesgos profesionales y planificación de la actividad preventiva. En que se establecen la existencia de cuatro grupos en función del riesgo de infección, la gravedad de sus efectos sobre la salud, la facilidad

de contagio y existencia de vacunas o tratamientos eficaces contra el agente en cuestión.

- Grupo 1: aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- Grupo 2: aquel que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- Grupo 3: aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- Grupo 4: aquel que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

Tabla 1

Clasificación de los agentes biológicos

Características del agente biológico	Grupos de riesgo			
	1	2	3	4
El agente ocasiona habitualmente enfermedades	No	Si	Si	Si
La enfermedad se propaga con facilidad		No	Si	Si
Existe tratamiento eficaz			Si	No

Nota: Tomado de *Técnicas de prevención de Riesgos laborales higiene industrial*. (p.121), por R. Aguilar, 2020, Universidad Internacional de Valencia.

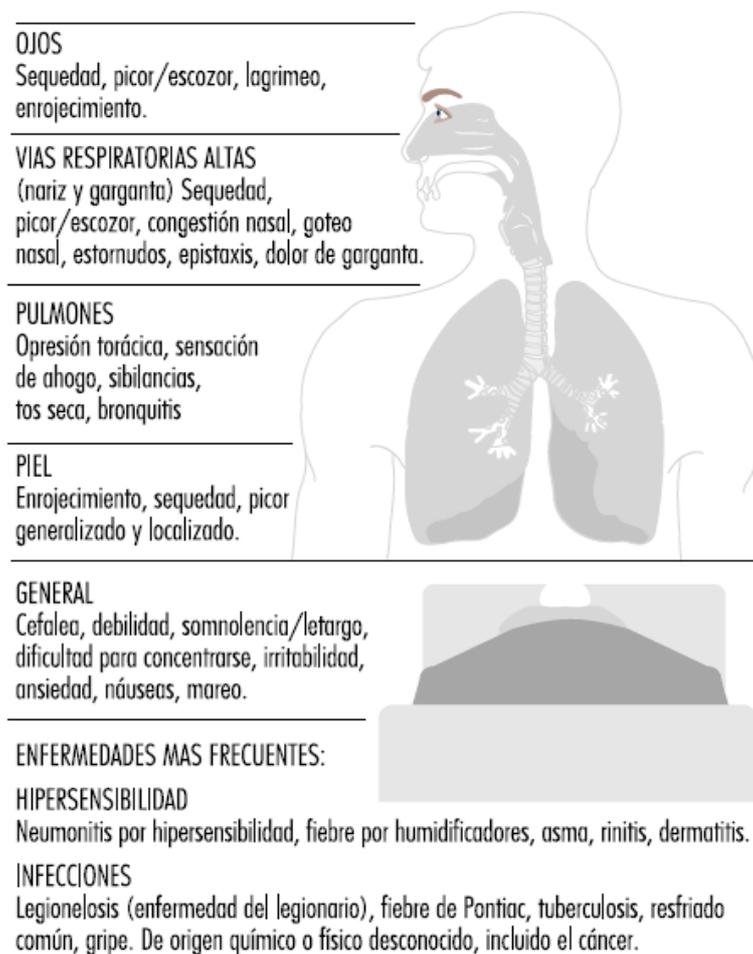
2.2.3. Riesgos para la de salud de una persona debido a una mala calidad del aire interior

Pueden manifestarse en diversos síntomas agudos y crónicos así como en forma de diversas enfermedades específicas. Todos ellos se ilustran en la Figura 1. Aunque los casos

en que la mala calidad del aire interior da lugar al desarrollo completo de una enfermedad son pocos, puede causar malestar, estrés, absentismo laboral y pérdida de productividad (con aumentos paralelos de los costes de producción); además, las acusaciones sobre problemas relacionados con los edificios pueden generar rápidamente un conflicto entre los ocupantes, sus empresas y los propietarios de los edificios.

Figura 1

Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire interior.



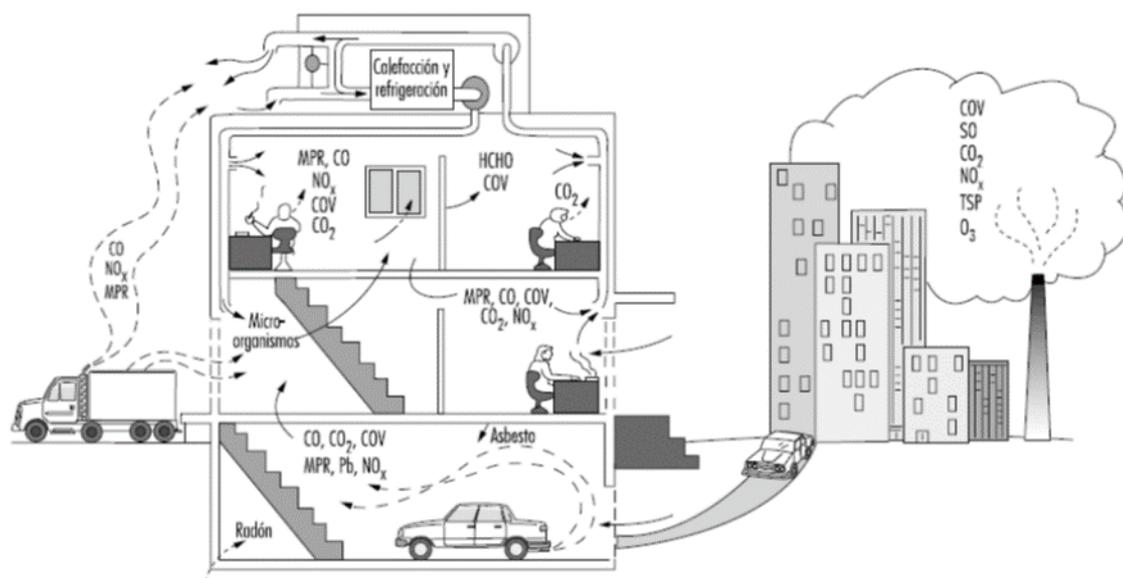
Nota: Tomado de *Calidad del aire interior* (p.2), por X. Guardino, s.f.

2.3. Aspectos del sistema de ventilación

La calidad del aire interior en un edificio depende de una serie de variables, como la calidad del aire del exterior, el diseño del sistema de ventilación y acondicionamiento del aire, las condiciones en que opera y se mantiene este sistema, la división en compartimentos del edificio y las fuentes interiores de contaminantes y su magnitud (Ver Figura 2). En suma, puede afirmarse que los defectos más frecuentes son consecuencia de una ventilación inadecuada, de la contaminación generada en el interior y de la procedente del exterior.

Figura 2

Diagrama de un edificio que muestra diversas fuentes de contaminantes de interior y de exterior.



CO = monóxido de carbono; CO₂ = dióxido de carbono; HCHO = formaldehído; NO_x = ácidos de nitrógeno; Pb = plomo; MPR = materia particulada respirable; COV = compuestos orgánicos volátiles.

Nota: Tomado de *Calidad del aire interior* (p.4), por X. Guardino, s.f.

Con respecto al primero de estos problemas, las causas de ventilación inadecuada pueden ser: una entrada insuficiente de aire fresco debido a un nivel alto de recirculación del aire o a un bajo volumen de entrada; la colocación y orientación incorrectas en el edificio de los puntos de entrada del aire exterior; una distribución deficiente y, en consecuencia, una mezcla incompleta con el aire del edificio, lo que puede originar estratificación, zonas

no ventiladas, diferencias de presión no previstas que originan corrientes de aire y cambios continuos en las características termohigrométricas (que advierte el ocupante al moverse por el edificio) y filtración incorrecta del aire debida a la falta de mantenimiento o a un diseño inadecuado del sistema de filtrado (una deficiencia particularmente grave cuando el aire exterior es de mala calidad o cuando el nivel de recirculación es elevado).

2.4. Mecanismos de transmisión del SARS-CoV-2

Según la OMS (Scientific Brief, 9 julio 2020) las infecciones respiratorias por SARS-CoV-2 pueden transmitirse por las siguientes vías.

Transmisión por gotas y por contacto: La transmisión de SARS-CoV-2 puede ocurrir por contacto directo, indirecto o contacto estrecho con personas infectadas a través de secreciones infectadas como la saliva y secreciones respiratorias o gotas respiratorias que son emitidas cuando la persona infectada tose, estornuda, habla o canta. Las gotas respiratorias son de dos tipos. Gotas respiratorias grandes (respiratory droplets, en inglés) de tamaño entre 5 y 10 μm y Gotas pequeñas, micro gotas, de tamaño inferior o igual a 5 μm , también conocidas como núcleo de gota o aerosoles (droplet nuclei, en inglés).

La transmisión directa por gotas respiratorias puede ocurrir cuando una persona está en contacto estrecho (menos de 1 metro) con una persona infectada con síntomas respiratorios (toser o estornudar) o que esté cantando o hablando. En estas circunstancias las gotas respiratorias que contienen el virus pueden alcanzar la boca, nariz o los ojos de una persona susceptible y provocar su infección. Es posible la transmisión indirecta a través de objetos o superficies (fómites) contaminados con estas secreciones aunque no existe evidencia que haya demostrado directamente esta transmisión la OMS la acepta.

Transmisión aérea: La transmisión aérea por aerosoles (gotas pequeñas, micro gotas menores de 5 micras) se produce por partículas que permanecen suspendidas en el aire durante un tiempo variable, a una distancia mayor de 2 metros y especialmente en lugares cerrados con ventilación escasa. Estos aerosoles pueden generarse a partir de la evaporación de gotas mayores y también cuando se habla o se respira. Para el caso del SARS-CoV-2 todavía se desconoce qué proporción de aerosoles se generan por evaporación de gotas mayores y qué dosis de virus viable se considera infecciosa en estos aerosoles. Del mismo modo, la detección de ARN del SARS-CoV-2 en las partículas de

aerosol no significa necesariamente que exista un número suficiente de virus viables con capacidad infecciosa. A pesar de que se han realizado estudios experimentales, para el SARS-CoV-2, la OMS establece que no hay evidencia suficiente sobre la transmisión del SARS-CoV-2 por vía de aerosoles menores de 5 micras fuera de los entornos sanitarios donde se realizan procedimientos generadores de aerosoles y que se necesitan datos basados en nuevas investigaciones que esclarezcan el papel y el grado de la transmisión del SARS-CoV-2 asociado a este fenómeno. Estas vías de transmisión se producen de forma simultánea y paralela, siendo la el principal mecanismo la transmisión por gotas y contacto.

A continuación, se recoge en la Tabla 2 un resumen de los dos mecanismos de transmisión por gota y por aerosoles, enfocado al riesgo de transmisión del SARS-CoV-2:

Tabla 2

Comparativa entre dos de las vías de transmisión del SARS-CoV-2

Mecanismo de transmisión		
	Transmisión por gota	Transmisión por aerosoles
	Contacto de las partículas infecciosas con las mucosas (ojos, nariz, boca)	Inhalación de las partículas infecciosas suspendidas en el aire.
Tamaño de partícula	> 100µm	≤ 100µm
Distancia de transmisión o riesgo	De 0 a 2 metros de la fuente de emisión.	De 0 a varios metros de la fuente de emisión.
Nivel de riesgo	Alto en aquellas situaciones laborales en las que se puede producir un contacto estrecho con un caso sospechoso o confirmado de infección por SARS-CoV-2.	En función de la ocupación o número de personas, la actividad realizada, el tiempo de permanencia o contacto, la distancia interpersonal, la ventilación de la estancia y el uso de mascarilla

Nota: Ministerio de Trabajo y Economía Social.

2.5. Evaluación del riesgo de transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles

Según el Ministerio de Sanidad, “los factores que influyen en el mayor o menor riesgo de la generación de aerosoles con virus viable de SARS-CoV-2 y su transmisión se detallan en la Tabla 3:

Tabla 3

Factores que influyen en la generación de aerosoles

Por parte de la persona infectada en su periodo de transmisibilidad(emisor)
<ul style="list-style-type: none"> • Carga viral de la persona infectada • Concentración y tamaño de los aerosoles emitidos • Tiempo de emisión
Por parte de la persona susceptible(Receptor)
<ul style="list-style-type: none"> • Volumen de aire inhalado • Tiempo de exposición • Concentración viral en los aerosoles inhalados • Posición y distancia del emisor • Vulnerabilidad personal
Condiciones dependientes del escenario
<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de transmisión comunitaria y porcentaje de susceptibles • Tiempo, espacio • Exteriores e interiores • ventilación adecuada • Comportamiento aerodinámico de las partículas emitidas

Nota: Tomado de *Cómo ventilar un espacio cerrado para evitar el contagio por coronavirus* (p.10), por A. Santillán, 2021, SALUSPLAY”

2.6. Medidas de protección frente al virus

Se considera las siguientes medidas de protección recomendadas en la Tabla 4:

Tabla 4

Medidas de protección frente al virus

Medida preventiva	Sustento	Precauciones
Uso correcto de mascarilla	Las mascarillas filtran los virus por tanto, te protegen por si te expones ante alguien contagiado, y de proteges a los demás por si acaso eres asintomático o está incubando la enfermedad.	Ajústala bien a tu cara o el aire exhalado (y los posibles virus) saldrá por los huecos. Cámbiala siempre que este sucia o deteriorada, o no filtra bien. No la toques
Lavado de manos	Nos tocamos la cara con frecuencia, sin darnos cuenta nos tocamos los ojos, nariz, boca, y es fácil llevar restos de secreciones en las manos. Lavarse las manos evita que transmitamos nuestras secreciones y que recojamos las de otro con las manos.	Lávate las manos con agua y jabón con frecuencia. Utiliza gel hidroalcohólico para mantener la higiene. Aunque sientas que tienes las manos limpias, lávate.
Distancia física	Si guardamos una distancia de seguridad será más difícil que respiremos el aire exhalado por otras personas.	Esta distancia es variable y depende de muchas variables está en interior o exterior, actividad que desarrolle.
Ventilación	Los virus pueden quedar en suspensión en el ambiente y ventilando renovamos el aire eliminando los posibles virus	En espacios cerrados es importante ventilar adecuadamente.

Nota: Tomado de *Cómo ventilar un espacio cerrado para evitar el contagio por coronavirus* (p.6), por A. Santillán, 2021, SALUSPLAY

Todas las medidas mencionadas son complementarias y siempre debemos tener en cuenta que el riesgo cero no existe y que las probabilidades de infectarnos disminuyen a medida que cumplimos más y mejor con las medidas de protección a lo largo del día, en las distintas circunstancias que nos acompañan, forman nuestro escudo de protección. (Santillán, 2021).

Las estrategias para mitigar la exposición en el aire es cuando más gotas se esté expuesto y cuanto más tiempo permanezcan en ese entorno, mayor será el riesgo de

exposición. Por lo tanto, reducir el riesgo de contagio se consigue reduciendo la emisión y la exposición.

La emisión de aerosoles se puede reducir mediante:

- ✓ Disminución del número de personas.
- ✓ Silencio o volumen de habla bajo.
- ✓ Actividad física relajada (al aumentar intensidad de actividad se aumenta la emisión).
- ✓ Uso de mascarilla bien ajustada.

La exposición se puede reducir mediante:

- ✓ Uso de mascarilla bien ajustada, incluso en ausencia de otras personas si estas han abandonado la sala muy recientemente.
- ✓ Reducción del tiempo de exposición
- ✓ Aumento de la distancia interpersonal
- ✓ Ventilación o purificación del aire, para eliminar o reducir la concentración de virus en el aire

2.7. Importancia de la ventilación como medida preventiva de COVID-19

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) clasifica la calidad del aire interior, definido como aire en el recinto o zona tratada, en cuatro categorías (IDA, Indoor Air), en función del uso de los edificios, proponiendo en cada caso un caudal de aire exterior por persona, como se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Caudales de aire exterior, en l/s por persona

Categoría	Calidad del aire interior en función del uso de los edificios	Caudal de aire exterior (l/s por persona)
IDA 1	Aire de óptima calidad: hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	20
IDA 2	Aire de buena calidad: oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	12.5

Categoría	Calidad del aire interior en función del uso de los edificios	Caudal de aire exterior (l/s por persona)
IDA 3	Aire de calidad media: edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	8
IDA 4	Aire de calidad baja	5

Nota: Tomado de • Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

El RITE recomienda un caudal de aire exterior de 12,5 l/s por persona para un IDA 2 (calidad del aire interior), que refleja un aire de buena calidad.

Para que la ventilación sea eficaz, es necesario que la cantidad de aire limpio aportado sea adecuada y que ese flujo se distribuya de manera eficiente por todo el local, de manera que los contaminantes generados en las distintas partes del recinto se evacúen eficazmente.

Una medida utilizada como indicador de la calidad del aire interior es emplear el nivel de la concentración de CO₂, ya que éste es un buen indicador de las emisiones de bioefluentes humanos. El RITE establece unos valores de concentración de CO₂ (en partes por millón o ppm) por encima de la concentración en el aire exterior, para cada categoría de calidad del aire interior, como se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Concentración de CO₂ (en ppm) en los locales

Categoría	Calidad de aire	Tipo de edificio	Concentración CO ₂ (ppm)
IDA 1	Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	350
IDA 2	Aire de buena calidad	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	500
IDA 3	Aire de calidad media	edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores	800
IDA 4	Aire de calidad baja	Resto de locales	1200

Nota: Real Decreto 1207/2007, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)

Una concentración de CO₂ superior a 800-1000 ppm podría ser un indicador de una ventilación deficiente del local.

2.8. Límites de dióxido de carbono recomendados en periodo de emergencia.

2.8.1. Diferencia respecto a otras recomendaciones

En la actualidad encontramos referencias y normativas que recomiendan la concentración de CO₂ para la evaluación de la calidad de aire interior. Las que se detallan a continuación:

- La OMS recomienda un límite de 1000 ppm para considerar que un ambiente es saludable.(Penney et al. citado por aireamos 2021)
- El RITE establece de concentración de CO₂ de 500 ppm para espacios IDA2, que incluyen oficinas.
- La NTP 549 recomienda una concentración máxima de CO₂ 1000 ppm, como indicador de la contaminación generado por los ocupantes.

Cabe señalar que los límites, se establecen frente a riesgos diferentes y con la presencia de diferentes tipos de contaminantes y tóxicos en el ambiente. Por tal motivo para el COVID-19 se requiere establecer límites para evitar la transmisión por vía aérea y el menor tiempo de exposición para evitar el contagio.

2.8.2. Límites recomendados de CO₂ en ambientes internos

En espacios interiores cerrados, como medida general preventiva de transmisión de COVID-19 se debe garantizar una concentración de CO₂ por debajo de 700 ppm, debajo de este valor se consigue una dilución suficiente de los aerosoles exhalados por las personas presentes en el ambiente interior y de esta manera es posible mantener un riesgo bajo de transmisión área durante periodos prolongados en el desarrollo de sus actividades. (Peng & Jiménez, 2021)

Según Aireamos (2021) indica que “el riesgo de contagio aumenta en relación directa con el incremento del nivel de CO₂ al aumentar la presencia en el ambiente de aire exhalado por los ocupantes en el local, por lo que, en caso de superarse los 700 ppm, deben adoptarse medidas correctoras”. (p.4)

Para establecer los límites recomendados de CO₂, se parte de una concentración base de CO₂ en el aire exterior de 420 ppm, para lo cual se establece el porcentaje de aire respirado:

- Si en un ambiente interior cerrado se miden 700 ppm esto quiere decir que el 0.7% del aire que inhalamos ya ha sido respirado por otras personas.
- Si aumenta a 800 ppm la cantidad de aire ya respirado crece al 0.95%.En consecuencia, el riesgo de contagio sería del orden de un 36% superior respecto a un ambiente con 700 ppm. Si bien no parece un nivel alarmante, estos

números ya justificarían la adopción de medidas correctoras, teniendo en cuenta además la capacidad de persistencia en el aire del virus.

- Se establece la relación de que por cada incremento de 400 ppm en la concentración de CO₂ se estima que añade 1% del aire ya respirado. Por consiguiente por cada 100 ppm hay 0.25 % de aire ya respirado.

Los valores referenciales de los niveles de CO₂ en ppm como indicador de riesgo de infección por aerosoles, se establecen en la Tabla 7:

Tabla 7

Valores referenciales de los Niveles de CO₂ en ppm

Ventilación	Niveles de CO ₂ (ppm)	Aire que ya ha sido respirado	Riesgo de transmisión de COVID-19
Muy mala	1000	*1.5% a más	Muy alto
Mala	800-1000	1,0 – 1,5%	Alto
Aceptable	600-800	0,5 – 1,0%	Moderado
Buena	400-600	0 – 0,5%	Bajo

Nota: Adaptado del Límite de riesgo para ambientes saludables según la OMS

Como se establece en la Tabla 7, la concentración de CO₂ nunca debe superar 1000 ppm de manera usual, puesto que es un indicador de que el ambiente monitoreado se encuentra contaminado, es decir los ocupantes se encuentran en riesgo alto de transmisión de COVID-19.

3. Descripción de la empresa

3.1. Finalidad

La Gerencia Regional de Salud de Cusco (GERESA Cusco), tiene por finalidad formular, proponer, implementar, controlar y evaluar las políticas regionales de salud, encargada de regular y fiscalizar las instituciones de salud públicas, mixtas, privadas y los servicios médicos de apoyo; gestionar la provisión de servicios de salud con calidad. (Manual de Operaciones , 2021)

3.2. Naturaleza jurídica

La GERESA Cusco es un órgano desconcentrado de segundo nivel organizacional del Gobierno Regional de Cusco, constituye una unidad ejecutora que cuenta con autonomía técnica, económica y administrativa, en la medida que las normas lo faculden, tiene a su cargo las funciones específicas en materias de salud. (Manual de Operaciones , 2021)

Como ente rector de salud en la región, regula, promueve la intervención del sistema regional de salud, para lograr el desarrollo de la persona humana, a través de la promoción, prevención, protección, recuperación y rehabilitación de su salud y del desarrollo de un entorno saludable, con pleno respeto de los derechos fundamentales de la persona desde su concepción hasta su muerte natural.

La GERESA Cusco tiene a su cargo, como órganos desconcentrados a las Direcciones de Red de Servicios de Salud y los Hospitales de mayor capacidad resolutive.

3.3. Estructura Orgánica

La GERESA Cusco, para el cumplimiento de sus fines, competencias y funciones cuenta con la estructura orgánica siguiente:

- 01. Dirección:
 - 01.1. Gerencia Regional Ejecutiva
 - 01.1.1. Secretaria Adjunta
- 02. Órgano Consultivo:
 - 02.1. Consejo Regional de Salud.
- 03. Órgano de Control Institucional
 - 03.1. Oficina de Control Institucional

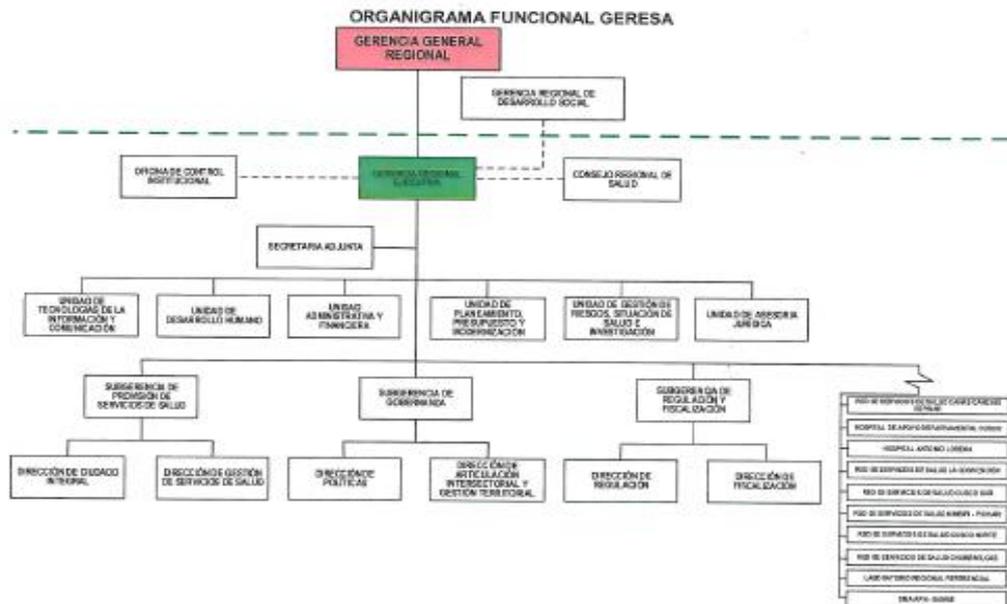
- 04. Unidades orgánicas de asesoramiento
 - 04.1. Unidad de Planeamiento y Desarrollo Institucional
 - 04.2. Unidad de Gestión de Riesgos, Situación de Salud e Investigación
 - 04.3. Unidad de Asesoría Jurídica
- 05. Unidades orgánicas de Apoyo
 - 05.1. Unidad Administrativa y Financiera
 - 05.2. Unidad de Tecnologías de la Información y Comunicación.
 - 05.3. Unidad de Desarrollo Humano
- 06. Unidades orgánicas de Línea
 - 06.1. Subgerencia de Provisión de Servicios de Salud
 - 06.1.1. Dirección de Cuidado Integral
 - 06.1.2. Dirección de Gestión de Servicios de Salud
 - 06.2. Subgerencia de Gobernanza y Gestión Territorial
 - 06.2.1. Dirección de Políticas
 - 06.2.2. Dirección de Articulación Intersectorial y Gestión Territorial
 - 06.3. Subgerencia de Regulación y Fiscalización
 - 06.3.1. Dirección de Regulación
 - 06.3.2. Dirección de Fiscalización
- 07. Unidades Desconcentradas
 - 07.1. Red de Servicios de Salud Cusco Norte.
 - 07.2. Red de Servicios de Salud Cusco Sur.
 - 07.3. Red de Servicios de Salud Canas- Canchis-Espinar.
 - 07.4. Red de Servicios de Salud Chumbivilcas
 - 07.5. Red de Servicios de Salud La Convención.
 - 07.6. Red de Servicios de Salud Kimbiri- Pichari
 - 07.7. Hospital Antonio Lorena
 - 07.8. Hospital Regional de Cusco.
 - 07.9. Laboratorio Regional Referencial.
 - 07.10. Servicio Médico de Apoyo de Atención Pre Hospitalaria SAMUE

3.4. Organigrama

En la Figura 3 se muestra el organigrama funcional de la GERESA Cusco

Figura 3

Organigrama funcional de la GERESA Cusco



Nota: Manual de operaciones, 2021

3.5. Nómina de trabajadores

La GERESA Cusco sede administrativa cuenta con 349 trabajadores diferenciados en dos grupos de trabajadores los asistenciales (profesiones y técnicos de salud) y administrativos que realizan sus actividades en los siguientes locales, como se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8

Número de trabajadores de la GERESA Cusco

Sede	Dirección	Asistenciales	Administrativos	Total
Sede administrativa y Laboratorio Referencial	Av. De La Cultura S/N	100	160	260
Laboratorio de biología molecular	Acamana – San Jerónimo.	7	0	7
Estadio Garcilaso	Huayruropata S/N	65	17	82
	Total	172	177	349

Nota: Elaboración propia en base a datos de GERESA Cusco.

3.6. Vigilancia de la salud a exposición a SARS-CoV-2

Debido a la emergencia sanitaria por COVID-19, el gobierno del Perú emitió disposiciones específicas para que todo centro de trabajo organice un servicio de seguridad y salud en el trabajo que cuente con un Profesional de Salud, con la función de gestionar o realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores por exposición al SARS-CoV-2; por tal motivo la GERESA Cusco, dio más realce en contar con un Servicio de Prevención Propio, al cual se le denomina Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo, conformado por un Médico Cirujano, Licenciada en Enfermería y Psicóloga, cuyas funciones son:

- Identificación y evaluación de los riesgos que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo.
- Vigilancia de los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidas las instalaciones sanitarias, comedores y alojamientos, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador.
- Asesoramiento sobre la planificación y la organización del trabajo, incluido el diseño de los lugares de trabajo, sobre la selección, el mantenimiento y el estado de la maquinaria y de los equipos y sobre las sustancias utilizadas en el trabajo.
- Participación en el desarrollo de programas para el mejoramiento de las prácticas de trabajo, así como en las pruebas y la evaluación de nuevos equipos, en relación con la salud.
- Asesoramiento en materia de salud, de seguridad e higiene en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva.
- Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con el trabajo.
- Colaboración en la difusión de informaciones, en la formación y educación en materia de salud e higiene en el trabajo y de ergonomía.
- Organización de los primeros auxilios y de la atención de urgencia.
- Participación en el análisis de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales.

El estado peruano dispuso que mientras dure la emergencia sanitaria por COVID-19, que todo centro laboral debe elaborar su Plan de Vigilancia, Prevención y Control de SARS CoV-2, en cumplimiento de la Resolución Ministerial N°1275-MINSA y de esta

obligación el Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo de la GERESA Cusco elaboro dicho Plan , para determinar los diferentes niveles de exposición de riesgo a SARS CoV-2 por actividad que realiza cada trabajador, se ha elaborado la siguiente Tabla 9.

Tabla 9

Determinación del nivel de riesgo a COVID-19

Riesgo de exposición a SARS Cov-2	Contacto Ocupacional					
	Contacto con público en general	Contacto con compañeros de trabajo y/o clientes.		Contacto con persona sospechosa y /o confirmada.		
		Frecuencia	Distancia	Sospecha	Confirmado	
					Atención indirecta.	Atención Directa (generador de aerosol)
Riesgo Bajo	Contacto < 1.5 metros	No es frecuente	Contacto mínimo	NO	NO	NO
Riesgo Mediano		Contacto frecuente	Contacto < 1.5 metros	NO	NO	NO
Riesgo Alto				SI	SI	NO
Riesgo muy alto				SI	SI	SI

Nota: Tomado de *Plan de Vigilancia, Prevención y Control de Sars-CoV-2- GERESA Cusco, 2020.*

En GERESA Cusco, la nómina de trabajadores y su determinación del nivel de riesgo de exposición, se menciona en la siguiente Tabla 10:

Tabla 10

Nómina de trabajadores por riesgo de exposición a COVID-19

	Riesgo Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Mediano	Riesgo Bajo
Cantidad de trabajadores	7	82	257	3
	Total			349

Nota: Tomado de *Plan de Vigilancia, Prevención y Control de Sars-CoV-2- GERESA Cusco, 2020.*

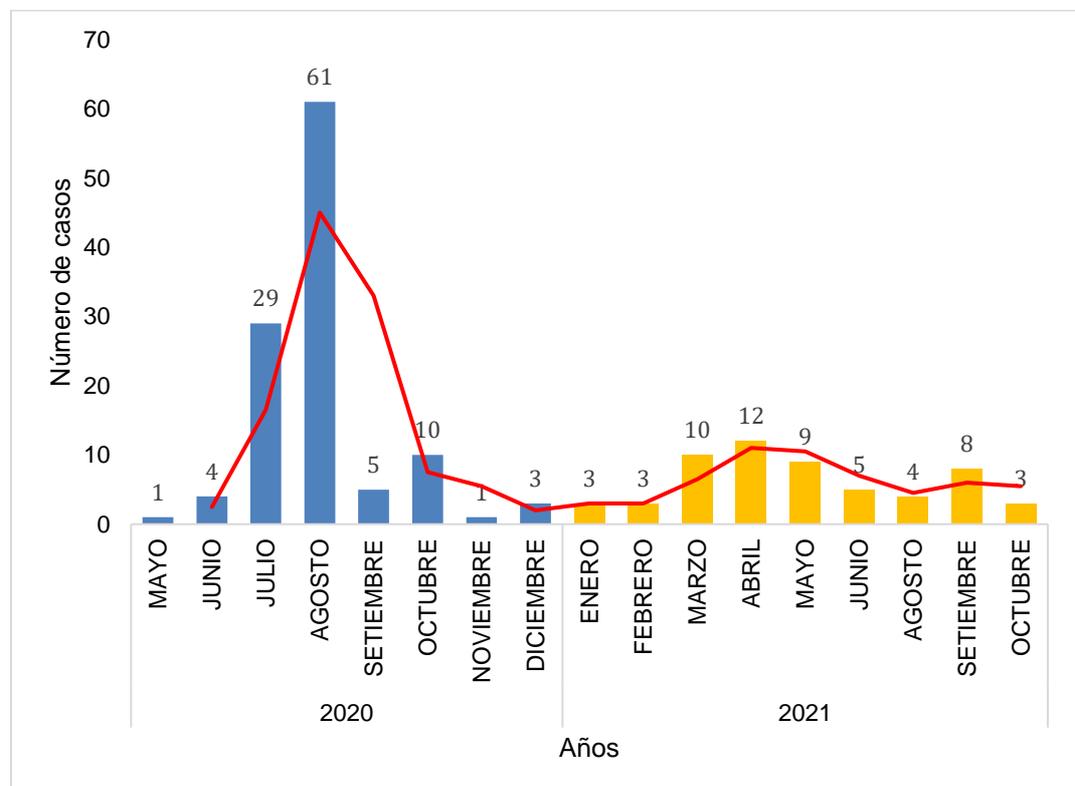
3.6.1. Nivel de contagio de COVID-19 en GERESA Cusco

El número de casos COVID-19 sean confirmados o sospechosos, se realiza por medio de prueba antigénica o molecular a trabajadores según grupo ocupacional (médico, enfermera, obstetra, técnico de enfermería, biólogos, técnico de laboratorio y otros). El responsable del reporte semanal a una plataforma es el médico ocupacional responsable y se considera los siguientes datos: casos confirmado, caso sospechoso o contacto, total de trabajadores en aislamiento; datos que sirven para calcular el porcentaje de trabajadores en aislamiento y otorgar al personal el descanso médico por COVID-19.

Como se observa en la figura 4, en la GERESA Cusco se registraron durante los años 2020-2021 un total de 171 casos positivos de COVID-19. Cabe señalar que el aumento de los contagios por COVID-19 de los trabajadores en la GERESA Cusco, coinciden con las olas que se presentaron en el Perú.

Figura 4

Número de casos positivos de la GERESA Cusco período 2020-2021





Nota: Elaboración en base a datos del Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo de la GERESA Cusco, 2021.

3.6.2. Inmunización contra la COVID-19

A la actualidad el 99.71% de los trabajadores han cumplido con el esquema de vacunación completa para COVID-19 establecido por el Ministerio de Salud de Perú.

4. Marco Legal

4.1. Marco legal aplicable en España

- Constitución Española 1978 «BOE» núm. 311, de 29/12/1978.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 2/2021, de 29 de marzo, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19
- Real Decreto 115/2022, de 8 de febrero, por el que se modifica la obligatoriedad del uso de mascarillas durante la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19
- Real Decreto 286/2022, de 19 de abril, por el que se modifica la obligatoriedad del uso de mascarillas durante la situación de crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19.
- Real Decreto 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad (arts. 31 a 37).
- Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública (arts del 30 al 33 y art. 56.1)
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

4.2. Marco Legal aplicable en Perú

- Constitución Política del Perú: 1°,2°, inciso 1) y 2), 7°,9°,10°,11°22° y 23°, 4ta DFT. Regula de manera general el derecho a la vida, a la integridad física, psíquica y moral, a la salud, seguridad social, trabajo, al respeto de los derechos fundamentales dentro de la relación laboral.
- Ley N° 26842, de 9 de julio de 1997. Ley General de Salud y sus modificatorias. Cap. VII de la Higiene y seguridad en los ambientes de Trabajo.
- Ley N° 29783, de 19 de agosto del 2011. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y sus modificatorias.

- Decreto de Urgencia N° 026-2020, de 15 de marzo de 2020. Decreto de Urgencia que Establece Diversas Medidas Excepcionales y Temporales para Prevenir la Propagación del Coronavirus (COVID-19) en el Territorio Nacional.
- Decreto Supremo N° 008-2020-SA, que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19; y sus prórrogas.
- Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, de 15 de marzo de 2020. Que declara estado de emergencia nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la nación a consecuencia del brote del COVID-19; y sus prórrogas.
- Decreto Supremo N° 080-2020-PCM, de 11 de marzo de 2020. Aprueba la reanudación de actividades económicas en forma gradual y progresiva dentro del marco de la declaratoria de Emergencia Sanitaria Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del COVID-19.
- Resolución Ministerial N° 135-2020-MINSA, de 30 de marzo de 2020. Que aprueba la Especificación Técnica para la confección de mascarillas faciales textiles de uso comunitario.
- Resolución Ministerial N° 193-2020/MINSA, de 14 abril de 2020. Aprueban el Documento Técnico: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú y sus modificatorias
- Resolución Ministerial N° 244-2020/MINSA, de 30 de abril de 2020. Que aprueba la Directiva Sanitaria N° 096-MINSA/2020/DGIESP: "Directiva Sanitaria para el seguimiento clínico de personas afectadas por COVID-19 en el Perú".
- Resolución Ministerial N° 263-2020/MINSA, de 8 mayo 2020 que modifica la Directiva Administrativa N° 287-MINSA/2020/DGIESP, Directiva Administrativa que regula los procesos, registros y accesos a la información para garantizar el seguimiento integral de los casos sospechosos y confirmados de COVID-19 (Sistema Integrado para COVID-19 - SICCOVID-19), aprobada con la Resolución Ministerial N° 183-2020/MINSA
- Resolución Ministerial N° 905-2020-MINSA, de 4 noviembre del 2020, que aprueba la Directiva Sanitaria N° 122-MINSA/2020/CDC para la Vigilancia Epidemiológica de la enfermedad por Coronavirus (COVID-19) en el Perú.
- Resolución Ministerial N° 055-2020-TR, de 8 de marzo de 2020, que aprueba la "Guía para la prevención del Coronavirus en el ámbito laboral.



- Norma Técnica de Salud N°178-MINSA/DGIESP-2021 , de 3 noviembre de 2021, Para la prevención y control de la COVID-19 en el Perú

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Evaluar las condiciones del ambiente interior para reducir los riesgos de transmisión del virus SARS-CoV-2 en los espacios interiores de la Gerencia Regional de Salud Cusco.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la calidad del aire interior mediante la medición de CO₂ en los ambientes laborales cerrados de la Gerencia Regional de Salud Cusco.
- Identificar las áreas de trabajo donde los niveles de CO₂ representan un riesgo para la salud de los trabajadores de la Gerencia Regional de Salud Cusco.
- Establecer las medidas preventivas conducentes a evitar controlar los riesgos por exposición a SARS-CoV-2 durante el trabajo.

6. Metodología

El diseño de la investigación es no-experimental, debido a que no se manipula la variable de concentración de CO₂ (ppm), temperatura (T°) y humedad (%) durante la pandemia de COVID-19. (Hernández et al., 2010)

6.1. Técnica de Recolección de Datos

Para la recolección de las muestras de la concentración de CO₂, se consideran tres criterios de criterios de aforo, ventilación y medición de CO₂ en los ambientes laborales cerrados de la GERESA Cusco.

6.1.1. Descripción Técnica del equipo

- Unidades: Los valores de medición de dióxido de carbono se expresan en ppm.
- Descripción Técnica del equipo: El equipo de medición empleado fue medidor de dióxido de carbono. (Ver anexo 1)

Figura 5

Equipo de medición de dióxido de carbono- CO₂



- Dato general
 - ✓ Marca: Hytechcn

- ✓ Modelo: HT-2000
- ✓ Tecnología de guía de onda con ABC (Calibración automática de fondo)
- Especificaciones
 - ✓ Carbono (CO₂) Rango: 0~9999 (fuera de escala)
 - ✓ Precisión: $\pm 50\text{ppm} \pm 5\% \text{rdg}$ (0-2000)
 - ✓ Tiempo de respuesta: 10 segundos.

6.1.2. Monitoreo en campo

Previo a todas las mediciones el equipo medidor de CO₂ se verifica la calibración automática de fondo calibrado en campo en cada punto de medición.

- En cada punto de medición, se comprueba previamente que hay batería suficiente para la medición.
- Luego se configura el medidor de CO₂ para registrar medidas al menos una vez por minuto.
- Posteriormente, se mide la concentración de CO₂ al aire libre con el sensor de CO₂ durante al menos cinco minutos, también se mide el CO₂ en exterior una vez que haya terminado de realizar las medidas en el interior.
- Antes de iniciar las mediciones se tenía una conversación con los trabajadores y se les explicaba en qué consistiría la medición.
- Paso seguido se ubica el equipo medidor de CO₂, en la parte media del ambiente laboral cerrado, teniendo siempre presente de no entorpecer el desarrollo normal del trabajo y así no introducir un nuevo riesgo en sus laborales.
- Una vez ubicado el equipo medidor de CO₂ se verifica la lectura y se anota la hora de inicio, ocupantes y la medición de CO₂ .(Ver anexo 2)
- Luego se mide la superficie en m² del ambiente laboral y la distancia física entre trabajadores.
- Finalmente, se mide la concentración de CO₂ al aire libre con el sensor de CO₂ durante al menos cinco minutos.

6.1.3. Criterios para la medición de niveles de CO₂ en ambientes laborales cerrados

Los Valores referenciales de los Niveles de CO₂ en ppm, y sus riesgos relacionados se establecerán de acuerdo a la Tabla 7: Valores referenciales de los Niveles de CO₂ en ppm

6.1.4. Puntos de medición

En un primer momento se midieron la concentración de dióxido de carbono en todas las ambientes laborales cerrados de la GERESA Cusco, que hacen un total de 83 ambientes (Ver anexo 3). En base a estos resultados, se procedió a seleccionar los ambientes laborales cuyas mediciones se encuentren por encima de 500 ppm y no cuenten o tienen una escasa ventilación natural. Los cuales son 7 ambientes laborales objeto de estudio y sus características físicas se encuentran en el anexo 4.

El monitoreo se realizó, en un periodo de un mes desde el 2 de diciembre al 30 de diciembre del 2021, el periodo de tiempo establecido por día fue dentro del horario laboral de 9:00 am a 2:00 pm. (Ver Anexo 5) Durante la medición se consideró datos referidos a las condiciones de trabajo en cada ambiente laboral tales como: número de ocupantes presentes durante el monitoreo, número de ventanas, número de puertas, si cuenta con ventilación natural y/o mecánica, lo que se detallan en la Tabla 11.

En los 7 puntos de monitoreo estudiados las mediciones de dióxido de carbono CO₂ (ppm), fueron comparados con los valores referenciales de la Tabla 7.

Luego se realizó el análisis estadístico con el programa SPS, donde se calculó los valores promedios del mínimo, máximo y media de concentraciones de CO₂, temperatura y humedad.

Tabla 11

Puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	Nombre de las oficinas	N° de ocupantes del lugar	N° de ventanas	N° de puertas	Ventilación natural y/o mecánica
PM-01	Laboratorio de biología Molecular 1	3	2 fijas sin abertura	2(1 fija sin abertura)	Ventilación natural
PM-02	Laboratorio de biología Molecular 2	1	1 fija sin abertura	1	Ventilación natural
PM-03	Laboratorio de biología Molecular 3	2	1 fija sin abertura, 1	1	Ventilación natural
PM-04	Farmacia Institucional	2	3	2(1 fija sin abertura)	Ventilación natural
PM-05	Acceso y Gestión de Medicamentos	3	1	1	Ventilación natural
PM-06	Fiscalización de medicamentos	5	1	2(1 sin abertura)	Ventilación natural
PM-07	Dirección de Salud Ocupacional	4	2	1	Ventilación natural

7. RESULTADOS DEL MONITOREO DEL CO₂

El monitoreo de calidad de aire se realizó en 7 ambientes cerrados de la GERESA Cusco, utilizando el programa SPSS, donde se calculó los valores promedios de los parámetros de concentración de CO₂ (min), CO₂ (máx.), CO₂ (media), temperatura(°C) y humedad(%).

Se obtuvieron valores que oscilan entre 399 ppm- 436 ppm de CO₂ (min), 507 ppm – 887 ppm de CO₂ (máx.), lo que se observa en la Tabla 12.

Tabla 12

Valores dióxido de carbono por puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	CO ₂ (min)	CO ₂ (máx.)	CO ₂ (media)
PM-01	431	887	674.8
PM-02	424	617	525.4
PM-03	399	531	455
PM-04	436	599	524.9
PM-05	413	601	480.6
PM-06	406	568	496
PM-07	406	507	458.8

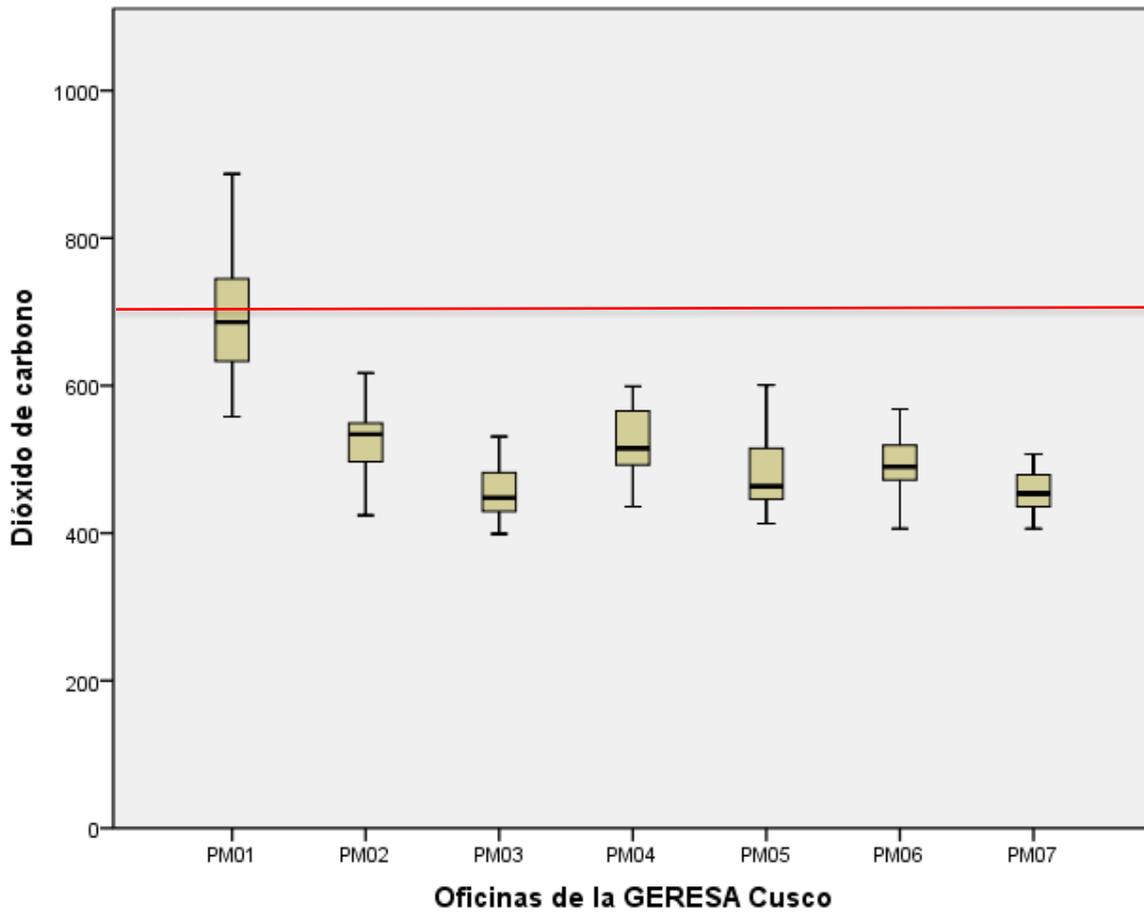
En la Figura 6, se observa los resultados de los monitoreos realizados en 7 ambientes cerrados de la GERESA Cusco. En los puntos de monitoreo PM-03, PM-04, PM-06 y PM-07, las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) no superan los 600 ppm, el riesgo es bajo de transmisión de COVID-19 y existe una buena ventilación. En los puntos de monitoreo PM-02 y PM-05, las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) superan los 600 ppm, el riesgo es moderado de transmisión de COVID-19 y se encuentra en una ventilación aceptable. Por último el punto PM-01 la concentración de dióxido de carbono (CO₂) supera los 800 ppm y el riesgo es moderado-alto de transmisión de COVID-19; indicando que el área de trabajo es un indicador de contaminación por existir una mala ventilación.

El estudio no se encontró ningún punto de monitoreo de concentraciones de CO₂ que exceden los límites máximos permisibles de 1000 ppm, indicando que eso se debe principalmente a que en los ambientes interiores cerrados hubo presencia de buena

ventilación natural cruzada y se estableció un distanciamiento físico de 2m² entre persona y persona durante la pandemia, mas no se redujo el aforo.

Figura 6

Resultado de dióxido de carbono en los puntos de monitoreo



En los ambientes laborales de la GERESA Cusco, alcanzaron un mínimo 399 ppm de y máximo de 887 ppm de CO₂ y una concentración media de 505.8 ppm de CO₂, según la Tabla 13.

Tabla 13

Estadísticos descriptivos de CO2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Dióxido de carbono	301	399	887	505.8	74.9
N válido (según lista)	301				

En cuanto a la temperatura, se obtuvieron valores mínimos que oscilan entre 16.9 °C- 19.8 °C, valores máximos entre 19.6 °C – 24.5°C, lo que se observa en la Tabla 14.

Tabla 14

Valores temperatura por puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	T° (min)	T° (máx.)	T° (media)
PM-01	19.8	23.7	21.7
PM-02	19.3	23.1	22.3
PM-03	17.0	24.5	20.2
PM-04	18.1	19.6	18.7
PM-05	16.9	21.7	20.7
PM-06	18.2	20.5	19.9
PM-07	18.3	22.5	20.4

En la GERESA Cusco, la media temperatura resulto de 20.5 °C, frente a un mínimo de 16.9°C y un máximo de 24.5°C, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15

Estadísticos descriptivos de la temperatura

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Temperatura(T°)	301	16.9	24.5	20.5	1.4
N válido (según lista)	301				

En cuanto a la humedad, se obtuvieron valores mínimos que oscilan entre 36.0%- 53.9%, valores máximos entre 49.9 % – 58.5%, lo que se observa en la Tabla 16.

Tabla 16

Valores humedad por puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	%Humedad (min)	%Humedad (máx.)	%Humedad (media)
PM-01	36.0	52.4	48.8
PM-02	47.4	58.5	50.2
PM-03	40.4	57.1	50.1
PM-04	53.9	57.9	56.6
PM-05	43.9	57.0	48.7
PM-06	45.9	57.8	49.9
PM-07	41.9	49.9	43.7

En la GERESA Cusco, la media de la humedad resulto de 49.8%, frente a un mínimo de 36.0% y un máximo de 58.5%, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

Estadísticos descriptivos de la humedad

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Humedad	301	36.0	58.5	49.8	4.2
N válido (según lista)	301				

En la figura 7 y 8 de la evaluación de la humedad y temperatura fueron realizadas durante los días con ocupación de los trabajadores en sus horas de trabajo los valores obtenidos son los valores máximos de los datos registrados obtenido durante la medición realizada durante la jornada laboral como se puede observar el gráfico de humedad y temperatura, en los ambientes evaluados no existe una relación directa con los valores obtenidos con respecto al incremento o disminución del dióxido de carbono esto se debe a la ubicación de las oficinas y ventanas , donde la ventilación del aire interior depende significativamente de las condiciones exteriores.

Figura 7

Comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la temperatura

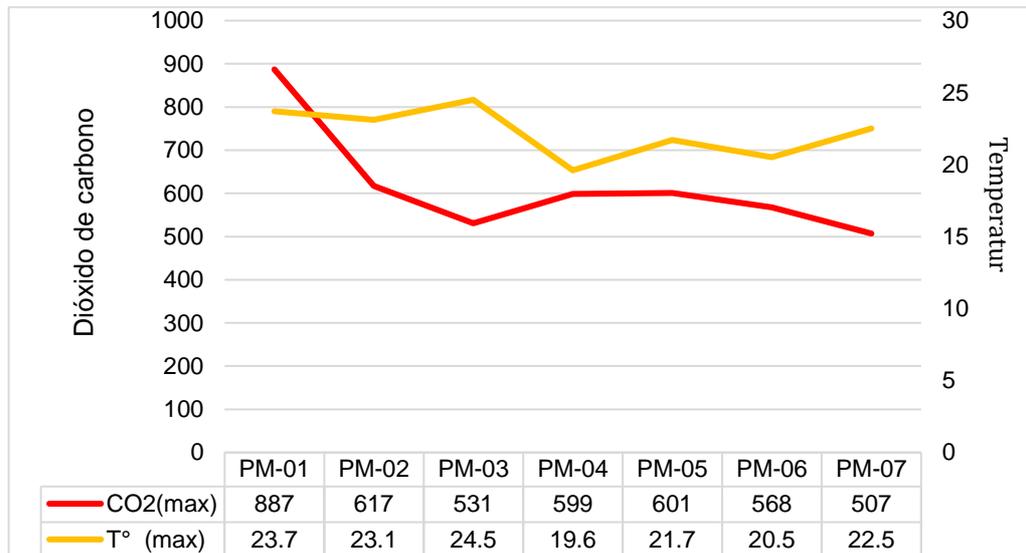
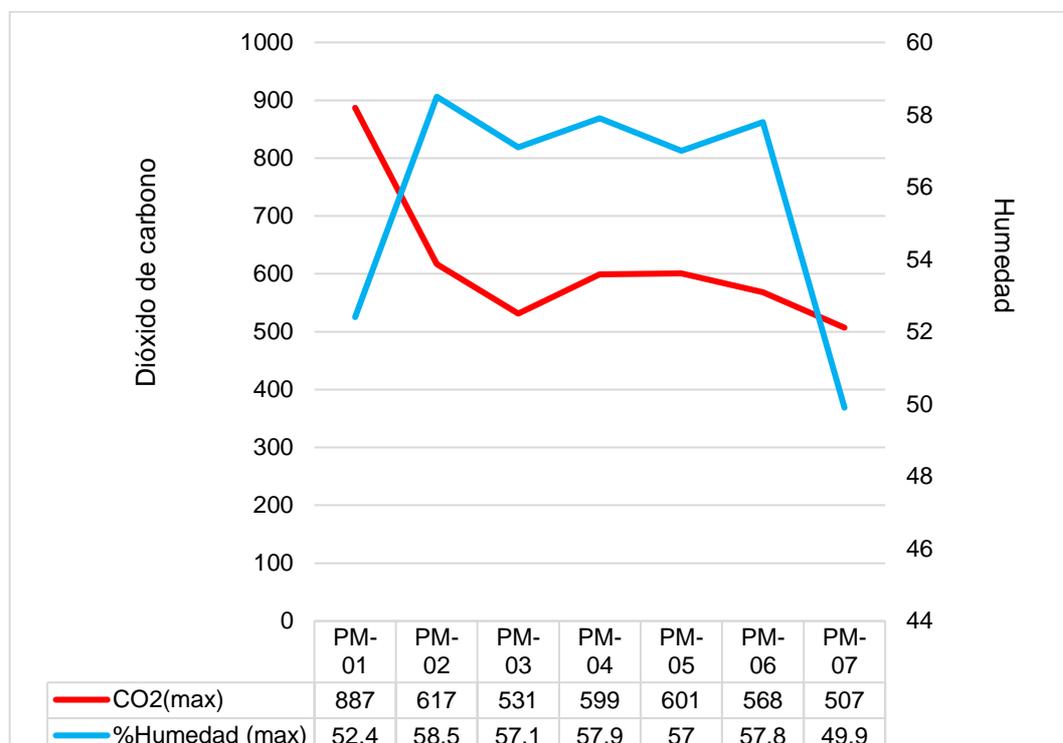


Figura 8

Comportamiento de dióxido de carbono con respecto a la humedad



8. CONCLUSIONES

La investigación ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se evidencia que los resultados de concentración de dióxido de carbono CO₂ (ppm) varían según los ambientes:
 - Laboratorio de Biología Molecular 1, el 76% del ambiente laboral, está entre 600-800 ppm para ventilación aceptable y riesgo de transmisión de COVID-19 moderado. El 16 % del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo. El 8% del ambiente laboral está entre 800-1000 ppm en el que se evidencia una ventilación mala y riesgo de transmisión de COVID-19 alto.
 - Laboratorio de Biología Molecular 2, el 95.12% del ambiente laboral está entre de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo. El 4.88% del ambiente laboral, está entre 600-800 ppm ventilación aceptable riesgo de transmisión de COVID-19 moderado.
 - Laboratorio de Biología Molecular 3, el 100% del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo.
 - Farmacia Institucional, el 100% del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo.
 - Acceso y Gestión de Medicamentos, el 98.15% del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo. El 1.85% del ambiente laboral está entre 600-800 ppm para ventilación aceptable y riesgo de transmisión de COVID-19 moderado.
 - Fiscalización de medicamentos, el 100% del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo.
 - Salud Ocupacional, el 100% del ambiente laboral están dentro de los parámetros normales que se considera de 400-600 ppm tanto para ventilación buena y riesgo de transmisión de COVID-19 bajo.



2. Los valores de concentración de dióxido de carbono alcanzados no exceden los límites máximos permisibles recomendados por la OMS, estos resultados se debe principalmente a que presentaban buena ventilación natural cruzada(ventanas y puertas abiertas), en la mayoría de los ambientes el número de ocupantes era de 3 personas y se respetaba el distanciamiento físico entre persona y persona.
3. Se ha demostrado que no existe relación entre la concentración del dióxido de carbono con la humedad y temperatura del aire interior, esto se debe a la ubicación de los ambientes y ventanas, donde la ventilación del aire interior depende significativamente de las condiciones exteriores.

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el cumplimiento e implementación en:

Laboratorio de Biología Molecular 1, 2 y 3

- Instalar extractores de aire con presión negativa, por el procesamiento de las muestras las puertas y ventanas deben estar cerradas.
- Respetar el aforo Interno de cada ambiente
- Cada 2 horas el personal del área tiene que salir a realizar 10 min de pausa activa a los exteriores para mejorar la ventilación
- Mantener la distancia de 1.50 m entre trabajadores y el uso de mascarilla FFP2 (KN 95).

Farmacia Institucional

- Continuar con el aforo interno de no más de tres trabajadores.
- Mantener la distancia de 1.50 m entre trabajadores y el uso de mascarilla FFP2 (KN95) y encima una mascarilla quirúrgica o en su defecto una mascarilla comunitaria.
- Continuar con la ventilación natural cruzada.

Acceso y Gestión de Medicamentos

- El aforo interno debe mantenerse preferiblemente, en tres trabajadores.
- Las ventanas (2) deben estar abiertas o de lo contrario una (1) ventana y la puerta abierta.
- Mantener la distancia de 1.50 m entre trabajadores y el uso de mascarilla FFP2 (KN95) y encima una mascarilla quirúrgica o en su defecto una mascarilla comunitaria.
- Continuar con la ventilación natural cruzada.

Fiscalización de medicamentos

- El aforo interno debe mantenerse preferiblemente, en tres trabajadores o caso contrario no más de cuatro como máximo.
- Permanecer durante el desarrollo de sus actividades con puerta abierta debido a que asegura un adecuado flujo de aire.

- Mantener la distancia de 1.50 m entre trabajadores y el uso de mascarilla FFP2 (KN95) y encima una mascarilla quirúrgica o en su defecto una mascarilla comunitaria.

Salud Ocupacional

- El aforo interno debe mantenerse preferiblemente, en cuatro trabajadores.
 - Las ventanas (2) deben estar abiertas y la puerta abierta.
 - Mantener la distancia de 1.50 m entre trabajadores y el uso de mascarilla FFP2 (KN95) y encima una mascarilla quirúrgica o en su defecto una mascarilla comunitaria.
2. Durante los descansos y no la permanencia de ocupantes en el ambiente laboral abrir las ventanas para bajar la concentración de CO₂.
 3. Para mantener la ventilación natural en los ambientes de la GERESA Cusco, considerar las isometrías de ventilación (Ver anexo 6).
 4. Cuando se construyan o amplíen nuevas edificaciones considerar en el diseño la ventilación natural.
 5. Realizar mediciones de CO₂ en intervalos de tiempo, ya que el indicador del riesgo de transmisión de CO₂ ocurre en ambientes cerrados con deficiente ventilación, considerando los siguientes criterios

A) Criterios para determinar el aforo

Para calcular el aforo máximo se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Tomar como referencia de 2 metros de distancia de física entre persona y persona dentro de la oficina.
- Respetar el aforo permitido establecido por el Gobierno Local y en relación a las restricciones de las actividades económicas regirse a lo decretado por la Presidencia del Consejo de Ministros; el incumplimiento no solo expone a sanciones, sino al riesgo proliferación del virus del SARS-CoV-2 y otros patógenos transmitidos por vía aérea.
- Para el cálculo de aforo óptimo, se deberá tomar en cuenta la medición de los niveles de CO₂ y la ventilación, en caso de identificar valores por encima de los 800ppm, se debe disminuir el aforo hasta lograr una medición aceptable.

B) Criterios para garantizar una ventilación

Para garantizar una adecuada ventilación tener en cuenta lo siguiente:

- Realizar la ventilación manteniendo las puertas y ventanas abiertas. La mayor eficacia se consigue con una ventilación cruzada.
- Cuando la ventilación natural no es suficiente, se debe optar por un tratamiento del aire (ventilación mecánica) que reduzca la concentración de las partículas presentes en el ambiente.
- De ser necesario, el uso de ventilador ubicarlo al ingreso cerca de una fuente de aire para reforzar la ventilación, usar a la menor velocidad posible y complementarlo con una ventilación natural cruzada, de forma que el flujo de aire generado no se dirija hacia las personas evitando la recirculación del aire.
- Si se cuenta con sistemas de ventilación mecánica o filtración de aire, se debe asegurar un mantenimiento adecuado y periódico para maximizar la vida útil del equipo.

D) Criterios para la medición de niveles de CO₂

En ambientes interiores o lugares con riesgo de aglomeración es recomendable la medición de CO₂ para garantizar que se han implementado las medidas adecuadas para el recambio de aire.

Realizar el siguiente procedimiento para la medición de CO₂ en ambientes laborales cerrados:

- Verificar e inspeccionar que el medidor de CO₂ se encuentre con pilas cargadas y calibración vigente.
- El espacio deberá tener ocupación de personas cumpliendo la distancia física, al menos durante una hora previa a la medición.
- Identificar ambientes interiores, debiendo ubicar el dispositivo alejado de puertas, ventanas y personas (al menos 1.5 metros). El mismo criterio aplica para equipos fijos.
- Se medirá en la zona central del espacio interno de 1.2 a 1.8 metros de altura desde el suelo aproximadamente y en toda la superficie del local durante unos minutos (máximo 5 minutos).
- En caso de contar con equipos fijos, mostrar con semáforos u otros dispositivos de medición en tiempo real de CO₂ para conocer el grado de

ventilación de los ambientes laborales y que sea visible para los usuarios y trabajadores.

- La autoridad sanitaria realizará visitas inopinadas, para verificar la medición de CO₂ en los distintos espacios, para verificar el cumplimiento de la presente directiva.
- Los valores referenciales de los niveles de CO₂ en ppm, y sus riesgos relacionados se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18

Límite de riesgo para ambientes saludables

Ventilación	Niveles de CO ₂ (ppm)	Aire que ya ha sido respirado	Riesgo de transmisión de COVID-19
Muy mala	1000	1.5% a más	Muy alto
Mala	800-1000	1.0 - 1.5%	Alto
Aceptable	600-800	0.5 - 1.0%	Moderado
Buena	400-600	0 - 0.5%	Bajo

Adapto de la OMS

- Se utilizará el formato de registro de medición de CO₂ en oficinas. (Ver anexo 1)

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Elena, R (2020). Técnicas de prevención de Riesgos laborales higiene industrial. Universidad Internacional de Valencia.
- Aireamos (2021). *Ventilación en Aulas para prevención de COVID-19: Límites de CO₂ recomendados en periodo de emergencia*.
https://formacion.educa.madrid.org/pluginfile.php/146082/mod_resource/content/1/Ventilacio%CC%81n%20en%20Aulas%20para%20prevencio%CC%81n%20de%20Covid-19.pdf
- Atkinson, J., Chartier, Y., Pessoa-Silva, C.L., Jensen, P., Li, Y., Seto, W.H. (2010). *Ventilación natural para el control en entornos de atención de la salud*. Organización Panamericana de la Salud.
- Cusco, G. R. (2021). Manual de Operaciones. Cusco, Perú.
- Departamento de Salud Ambiental. Subdirección General de Salud Pública. *Medición de la concentración de CO₂ como indicador de una ventilación adecuada de edificios y locales. COVID19. (2020)*. https://madridsalud.es/wpcontent/uploads/2020/11/InfSAM33_2020Ventilacion_interio_como_medida_preventivaCOVID19.pdf
- Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2016). *El dióxido de carbono y la calidad de aire*. <https://www.tfm.pe/noticias/mantener-el-balance-el-dioxido-de-carbono-y-la-calidad-de-aire>
- Guardino, X. (s.f.). *Calidad del aire interior*. Enciclopedia de seguridad y salud en el trabajo. <https://www.jmcprl.net/OIT%20completa/44.pdf>.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. https://www.academia.edu/36750638/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_Hernandez_Fernandez_y_Babtista_5ta_Edicion
- Minguillón, M. C, Querol, X., Felisi, J. M., et al (2020). *Guía para ventilación en aulas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ministerio de Ciencia e innovación (2020) *Informe Científico sobre vías de transmisión del SARS-CoV-2*. 2020.
- Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social (2020). *Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización de edificios y locales para la prevención de la propagación de SARS-CoV-2*.

- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2020). *Evaluación del riesgo por transmisión del SARS-Cov2 mediante aerosoles*. Medidas de prevención y recomendaciones.
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2021). *Procedimiento de actuación para los servicios de prevención de riesgos laborales frente a la exposición al SARS-CoV-2*. 2021.
- Ministerio de Trabajo y Economía Social (2021). *La ventilación como medida preventiva frente al coronavirus SARS-CoV-2*. 2021.
- Mújica, G. (2020). *Ventilar un espacio cerrado para evitar el contagio por coronavirus España*: <https://www.que.es/2020/11/27/como-ventilar-lugar-cerrado-covid-19/>
- Nota técnica de prevención NTP 549: *El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior*. https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_549.pdf/e9364a82-6f1b-4590-90e0-1d08b22e1074
- Peng Z,Jimenez J.L(2021). *Exhaled CO2 as a COVID-19 infection risk proxy for different indoor environments and activities*. Environ. Sci. Technol. 2021, 8, 5, 392–397. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00183>
- Penney D, Benignus V, Kephelopoulos S, Kotzias D, Kleinman M and Verrier A(2010). *Guidelines for indoor air quality*.doi: 10.1186/2041-1480-2-S2-11
- Pérez, C. Sintés, M. (2021). *Mediciones de CO2 en el interior de recintos cerrados España*: <https://conbici.org/noticias/mediciones-CO2-interior-recintos>.
- Redacción Gestión (6 de marzo de 2020). Primer caso de coronavirus en Perú: la historia de contagio en el piloto. *Gestión*. <https://gestion.pe/peru/primer-caso-de-coronavirus-en-peru-los-detalles-del-contagio-del-piloto-noticia/>
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RD 1027/2007, de 20 de julio.
- Salas MZ Javier. (2021). *No respire el aire de otro: cómo esquivar el coronavirus en interiores*. El país. 2021: <https://elpais.com/ciencia/2021-03-28/no-respires-el-aire-de-otro-como-esquivar-el-coronavirus-en-interiores.html>
- Santillán García A. (2021). *Cómo Ventilar Un Espacio Cerrado Para Evitar El Contagio Por Coronavirus*. SALUSPLAY. ISBN: 978-84-18396-19-9
- Universidad Autónoma de Madrid (2020). *Plan de actuación para el curso 2020/2021 y la adaptación de las actividades formativas a la evolución de la COVID-19*. Consejo de Gobierno.

Ventilación en aulas para prevención de COVID-19 (28 de enero de 2021). *Límites de CO2 recomendados en periodo de emergencia.*

11.ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDOR DE CO2

REGISTRADOR DIOXIDO DE CARBONO, TEMP, HUMEDAD

Este equipo es adecuado para monitorear concentración de dióxido de carbono, temperatura, humedad relativa del ambiente, evitando el exceso dióxido de carbono en interiores la que causará fácil el cansancio, la no concentración, incluso causará un síndrome de construcción enfermo. un buen ambiente interior será apto para la salud corporal y también mejora la inmune corporal, reduce la tasa de enfermedades. El medidor de dióxido de carbono también tiene una función importante en la agricultura, como invernadero vegetal también en fábrica, taller, casa verde,

DATO GENERAL:

- Marca: HYTECHON
- Modelo: HT-2000

CARACTERISTICAS:

- La pantalla LCD supe grande muestra y registra simultáneamente el nivel de CO₂, la temperatura, la humedad relativa, el calendario (Y / M / D) y la hora (reloj).
- 12700 memorias de registro de datos.
- Advertencia nivel de dióxido de carbono (2000ppm por defecto).
- Sensor NDIR estable para concentración de CO₂.
- NDIR (Infrarrojo no dispersivo)
- Tecnología de guía de onda con ABC (Calibración automática de fondo)
- Ajuste de umbral alto y bajo
- Función de luz de fondo
- Recordar la lectura MAX y MIN
- Compensación de desplazamiento por largo tiempo.
- Viene con adaptador de corriente

ESPECIFICACIONES:

Pantalla LCD de 3,5 "(8,9 cm) con luz de fondo. Dióxido de Carbono (CO₂)

- Rango: 0~9999 (fuera de escala)
- Precisión: ± 50ppm ± 5% rdg (0-2000)
- Tiempo de respuesta: 10 segundos

Temperatura

- Rango: -30.0 ~ 70.0 °C (14-158 °F)
- Resolución: 0.1 C / °F
- Precisión: ± 0.6 °C / ± 0.9 °F (0~50 °C / 32~122 °F), otros ± 1.2 °C

Humedad

- Rango: 0.1 ~ 99.9%
- Resolución: 0.1%
- Precisión: ± 3% (10-90%)

Condición de funcionamiento: 0~50 °C, 0~95% HR

Condición de almacenamiento: -20~60 °C, 0~99% HR

Vida del sensor: 15 años en comunicación normal.

Fuente de alimentación: Adaptador de CA de salida 1A 9V

PESO Y TAMAÑO

- Tamaño del paquete: 270*65*210mm
- Peso del paquete: 914g





ANEXO 2. REGISTRO DE MEDICIÓN DE CO₂ EN CENTROS LABORALES DE LA GERESA CUSCO

Centro Laboral: GERENCIA REGIONAL DE SALUD CUSCO			RUC:20171092354		Dirección: Av. De la Cultura S/N	
DIRECCIÓN EJECUTIVA:						
OFICINA:						
Tipo de Ventilación: NATURAL() MECÁNICA() MIXTA()						
Medidas Preventivas por el COVID-19:						
SUPERFICIE EN m ²	AFORO NORMAL	AFORO COVID- 19	MEDICIÓN CO ₂			
			FECHA Y HORA	OCUPANTES	CO ₂ (PPM)	OBSERVACIONES

ANEXO 3. MEDICIÓN DE CO2 EN AMBIENTES LABORALES DE LA GERESA CUSCO

Tabla 19

Medición de CO2 en todos los ambientes de la GERESA Cusco

MEDICION DE CO2		Octubre 2021
N°	OFICINA Y DIRECCIONES	CO2
1	DIRECCION DE DESARROLLO DE RR.HH	408
2	UNIDAD DE BIENESTAR SOCIAL	444
3	REMUNERACIONES	389
4	OFICINA DE GESTION PATRIMONIAL Y MANTENIMIENTO	400
5	DIRECCION DE ASESORIA LEGAL	413
6	REGISTRO Y ESCALAFON	458
7	DIRECCION DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS	414
8	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	410
9	OFICINA DE COOPERACION INTERNACIONAL Y PROYECTOS	560
10	DIRECCION EJECUTIVA DE PLANEAMIENTO Y DESARROLLO DE SISTEMA	400
11	OFICINA DE FINANCIAMIENTO, ORGANIZACIÓN Y PLANES	418
12	ORGANO DE CONTROL INSTITUCIONAL	400
13	DIRECCION EJECUTIVA DE ADMINISTRACION	400
14	Secretaria de Administración	376
15	OFICINA DE RELACIONES PUBLICAS I	414
16	DIRECCION DE ECONOMIA	410

MEDICION DE CO2		Octubre 2021
17	OFICINA DE CONTABILIDAD	440
18	OFICINA DE TESORERIA	406
19	OFICINA DE LOGISTICA	447
20	CAJA	400
21	TRAMITE DOCUMENTARIO	447
22	OFICINA DE TRIBUTACION	447
23	OFICINA DE TRANSPORTE	413
24	DIRECCION GENERAL(despacho del director)	400
25	Secretaria de la Direccion General	432
26	CONTROL DE PERSONAL	424
27	DIRECCION DE SEGUROS	475
28	PP METAXENICAS	431
29	PP VIH, SALUD MENTAL	407
30	DIRECCION DE SERVICIOS DE SALUD	381
31	ESTRATEGIA SANITARIA DE SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA	403
32	PP DE ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES	520
33	DIRECCION DE SALUD DE LAS PERSONAS	400
34	DIRECCION ADJUNTA (Despacho del Director Adjunto)	430
35	Secretaria de la Direccion Adjunta	400

MEDICION DE CO2		Octubre 2021
36	DIRECCION DE INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES I	410
37	DIRECCION DE INFORMATICA Y TELECOMUNICACIONES II	412
38	DIRECCION EJECUTIVA DE INTELIGENCIA SANITARIA	476
39	Secretaria de Inteligencia Sanitaria	620
40	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA I	401
41	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA II	402
42	DIRECCION EJECUTIVA DE ATENCION INTEGRAL	400
43	Secretaria de atencion Integral	462
44	DIRECCION DE GESTION Y CALIDAD SANITARIA I	402
45	DIRECCION DE GESTION Y CALIDAD SANITARIA II	
46	DIRECCION EJECUTIVA DE SERVICIOS DE SALUD Y CALIDAD SANITARIA	405
47	PP DE ARTICULADO NUTRICIONAL	428
48	REPORTE DE RESULTADOS	699
49	AREA COVID	832
50	INMUNOSEROLOGIA/INMUNOFLUORESCENCIA	839
51	DIRECCION DE LABORATORIO DE SALUD PUBLICA	694
52	ROM	632
53	PROCESAMIENTO DE MUESTRAS	
54	USO RACIONAL DE MEDICAMENTOS	495
55	FARMACIA INSTITUCIONAL	

MEDICION DE CO2		Octubre 2021
56	FISCALIZACION DE MEDICAMENTOS	417
57	Archivos	487
58	PROGRAMA DE PARTICIPACION COMUNITARIA	529
59	EDUCACION PARA LA SALUD	467
60	PROMOCION DE LA SALUD	552
61	AREA DE ACCESO Y GESTION DE LA DIRECCION DE MEDICAMENTOS	597
62	DIRECCION DE MEDICAMENTOS Y DROGAS	581
63	CADENA DE FRIO	419
64	ALMACEN DE MEDICAMENTOS	390
65	AREA ADMINISTRATIVA DE ALMACEN DE MEDICAMENTOS	462
66	LABORATORIO REFERENCIAL TBC	400
67	LABORATORIO DE AGUAS PARTE ADMINISTRATIVA	426
68	PROCESAMIENTO DE AGUAS	444
69	MICROBIOLOGIA DE AGUAS Y ALIMENTOS	436
70	BROMATOLOGIA DE ALIMENTOS	499
71	AREA DE PESADO	400
72	CALL CENTER	408
73	OFICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES	393
74	ALMACEN CENTRAL	418
75	JEFATURA DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTROS	442



MEDICION DE CO2		Octubre 2021
76	DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL	450
77	Secretaria de Salud ambiental	458
78	AREA DE HIGIENE ALIMENTARIA	396
79	DIRECCION DE SALUD OCUPACIONAL	396
80	Control, vigilancia y calidad de aire	400
81	OFICINA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	410
82	OFICINA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE VECTORES	507
83	DIRECCION DE RESIDUOS SOLIDOS	383

ANEXO 4. PLANOS DE LOS AMBIENTES DE LA GERESA CUSCO

Figura 9

Plano de detalle de planta de Acceso y Gestión de Medicamentos

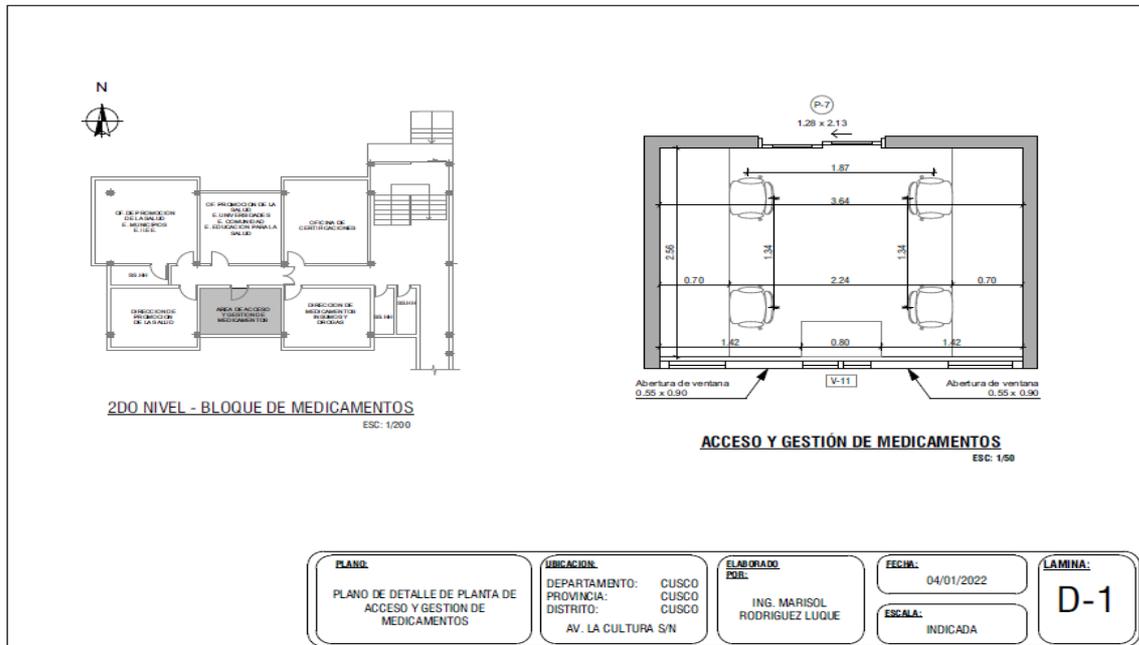


Figura 10

Plano de detalle de planta de Dirección de Salud Ocupacional

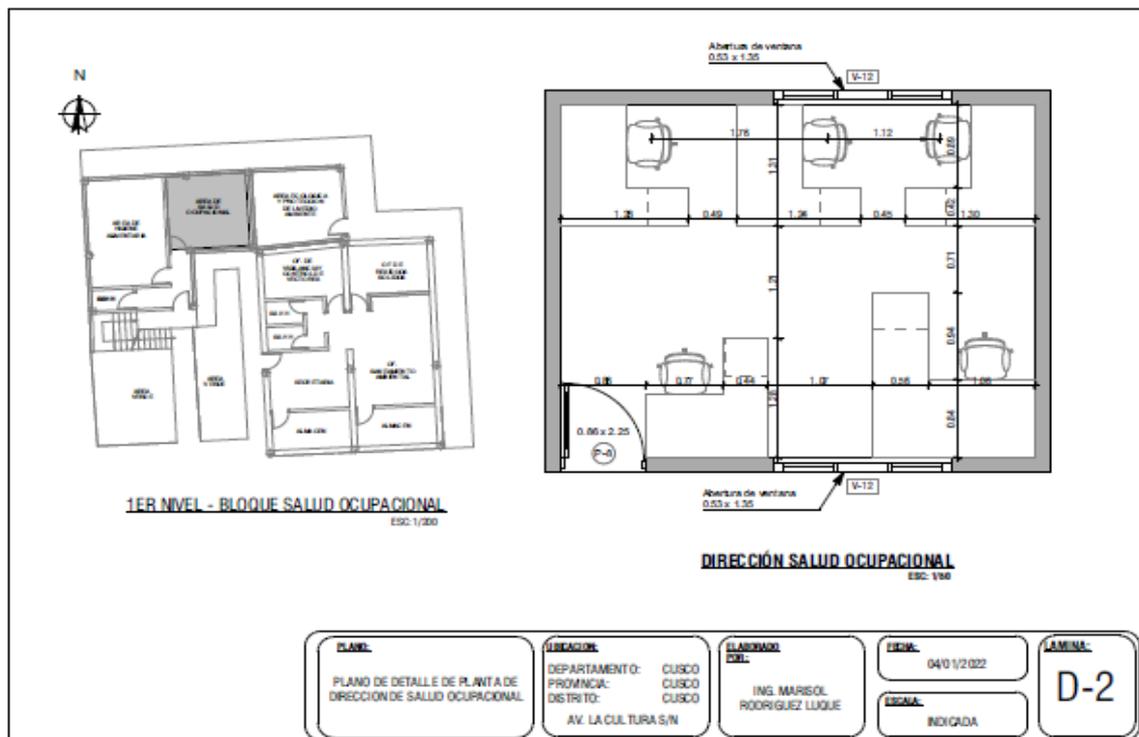


Figura 11

Plano de detalle de Planta de Fiscalización de Medicamentos

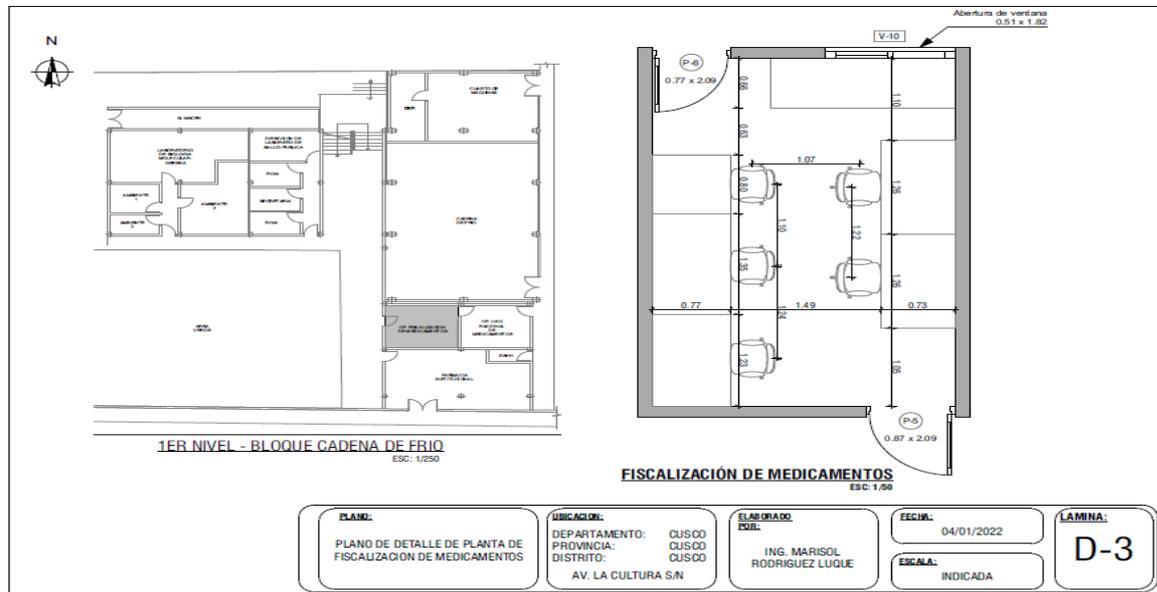


Figura 12

Plano de detalle de planta de ambiente 3 – Laboratorio

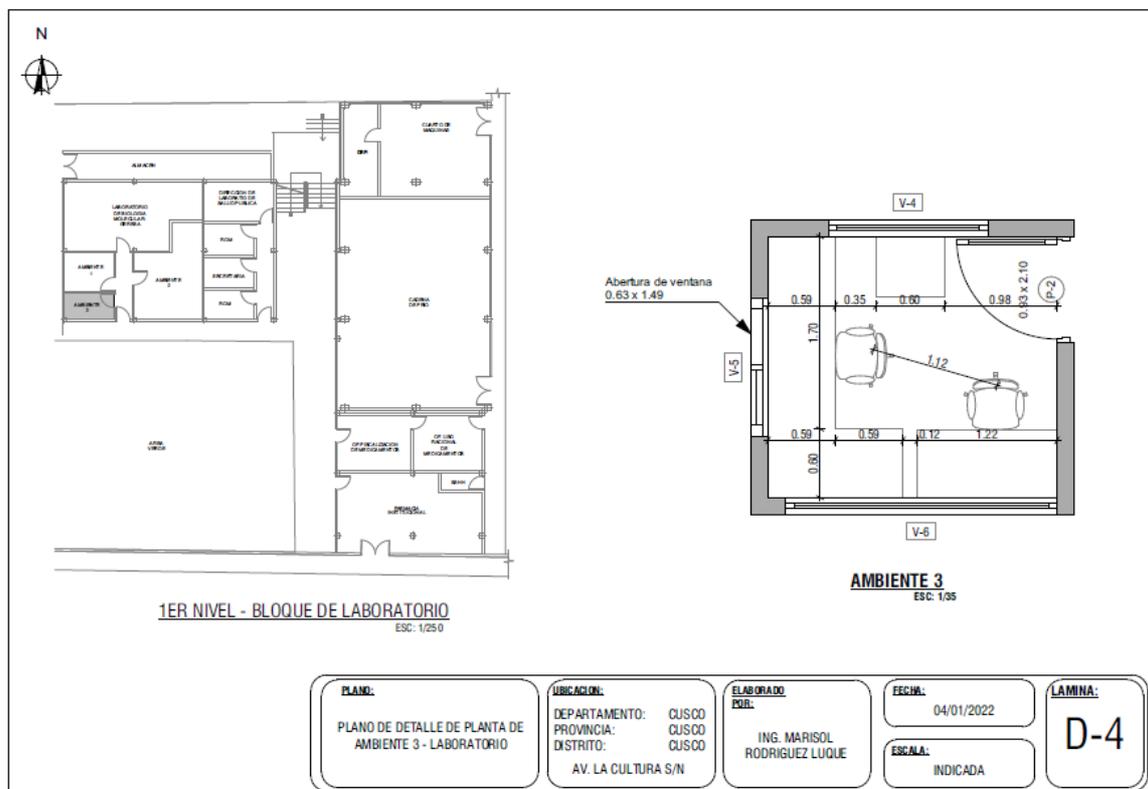


Figura 13

Plano de detalle de planta de ambiente 1 - laboratorio

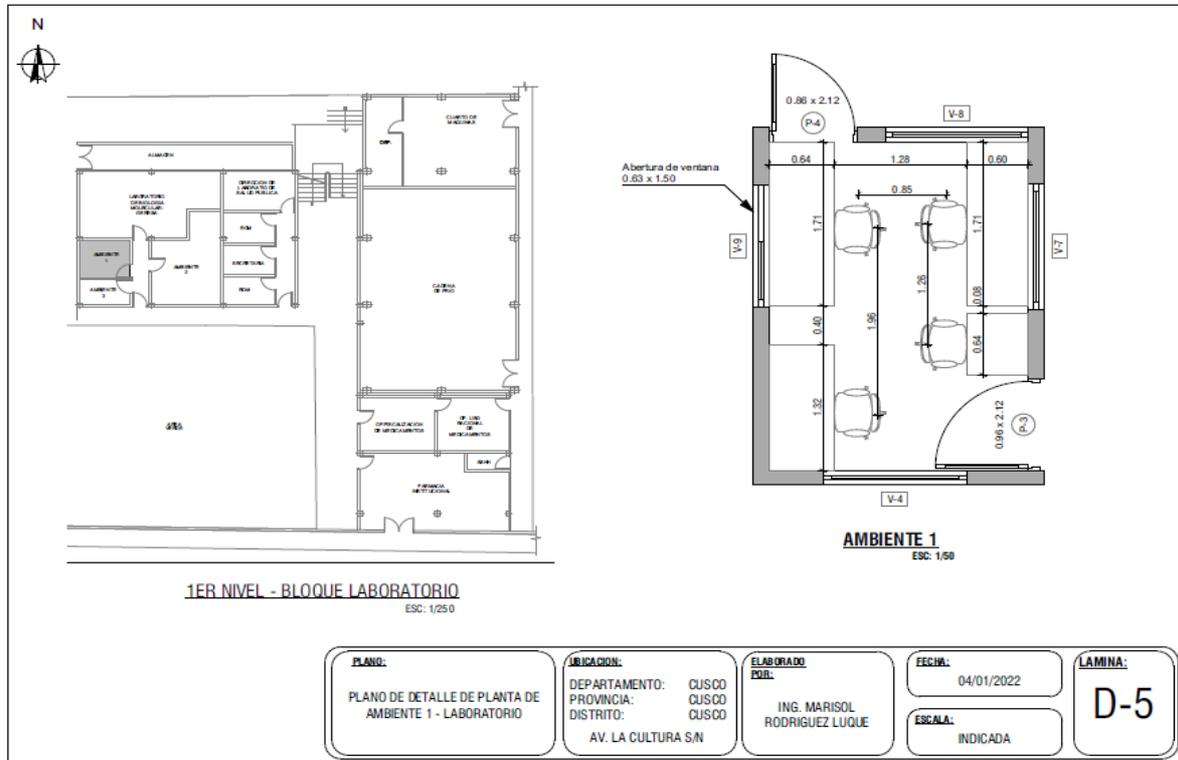
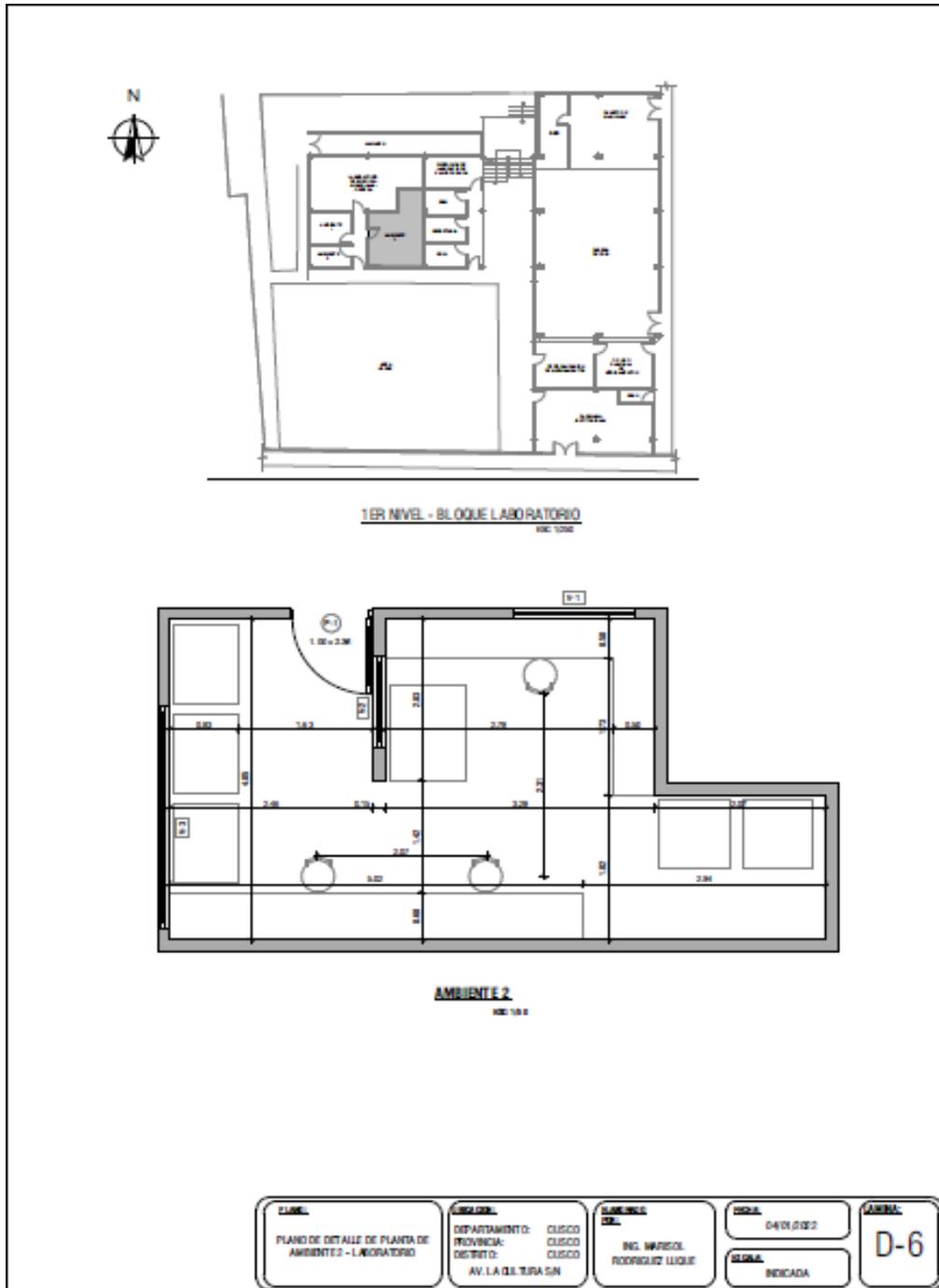


Figura 14

Plano de detalle de planta de ambiente 2 - Laboratorio



ANEXO 5. MONITOREO DE CO2 EN AMBIENTES DE GERESA CUSCO

Tabla 20

Ubicación de los puntos de monitoreo de CO2 de la GERESA Cusco

Dirección de Laboratorio de Salud Pública		
Punto de monitoreo	Descripción de punto de monitoreo	
Laboratorio de biología Molecular 1	Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 09:30 a 13:38, se realizaron 25 mediciones cada 10 minutos.	
		
Laboratorio de biología Molecular 2	Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 10:33 a 13:33, se realizaron 39 mediciones cada 5 minutos.	
		

Dirección de Laboratorio de Salud Publica		
Laboratorio de biología Molecular 3	Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 10:05 a 13:50, se realizaron 46 mediciones cada 5 minutos.	

Dirección de Medicamentos Insumos y Drogas		
Punto de monitoreo	Descripción del punto de monitoreo	
Farmacia Institucional	Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 10:23 a 13:53, se realizaron 43 mediciones cada 5 minutos.	
Acceso y Gestión de Medicamentos	Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 09:11 a 13:36, se realizaron 54 mediciones cada 5 minutos.	

<p>Fiscalización de medicamentos</p>	<p>Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 09:32 a 13:47, se realizaron 52 mediciones cada 5 minutos.</p>	
---	--	---

<p>Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental</p>	
<p>Punto de monitoreo</p>	<p>Descripción de punto de monitoreo</p>
<p>Dirección de Salud Ocupacional</p>	<p>Durante la mañana se dispuso una medición en continuo de 09:04 a 12:09 horas, se realizaron 38 mediciones cada 5 minutos.</p>

ANEXO 6 .ISOMETRÍAS DE VENTILACIÓN

Figura 16

Isometrías de ventilación de la Dirección Salud Ocupacional

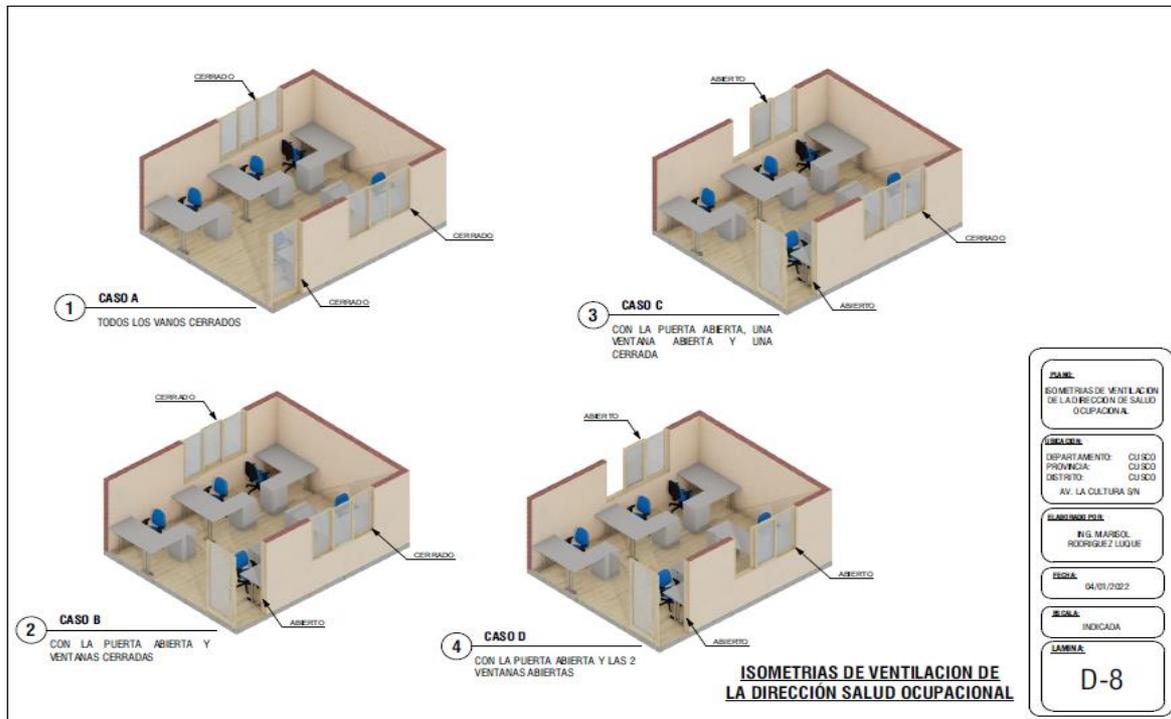


Figura 17

Isometrías de ventilación de ambiente 2 – Laboratorio

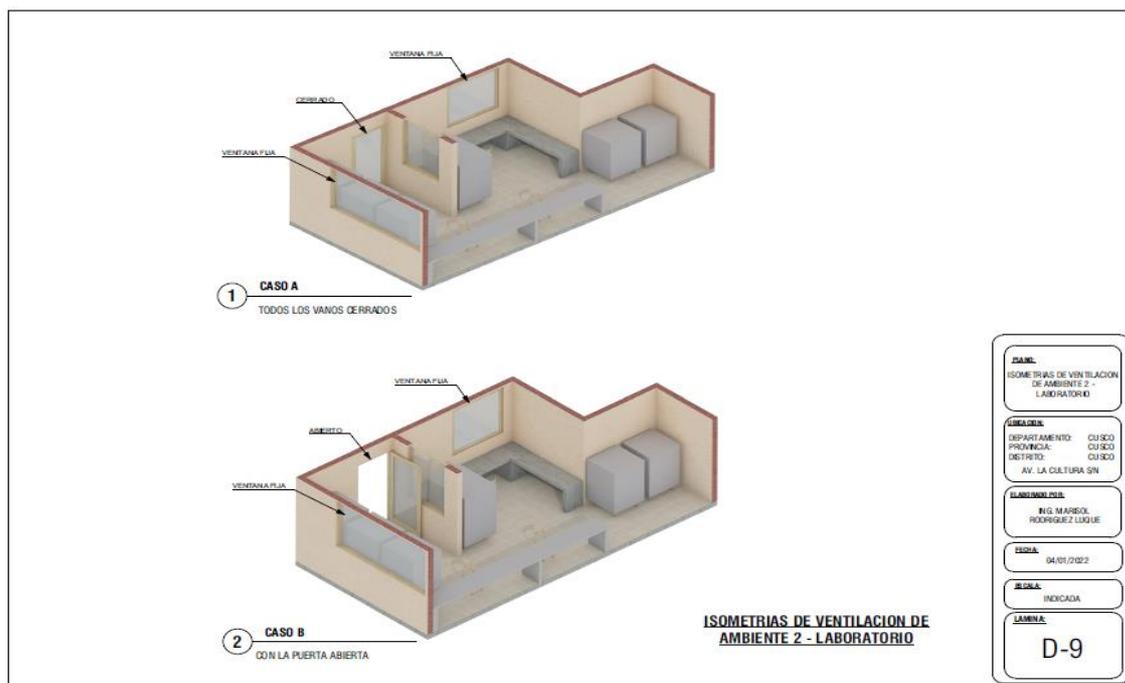


Figura 18

Isometrías de ventilación de ambiente 3 - Laboratorio

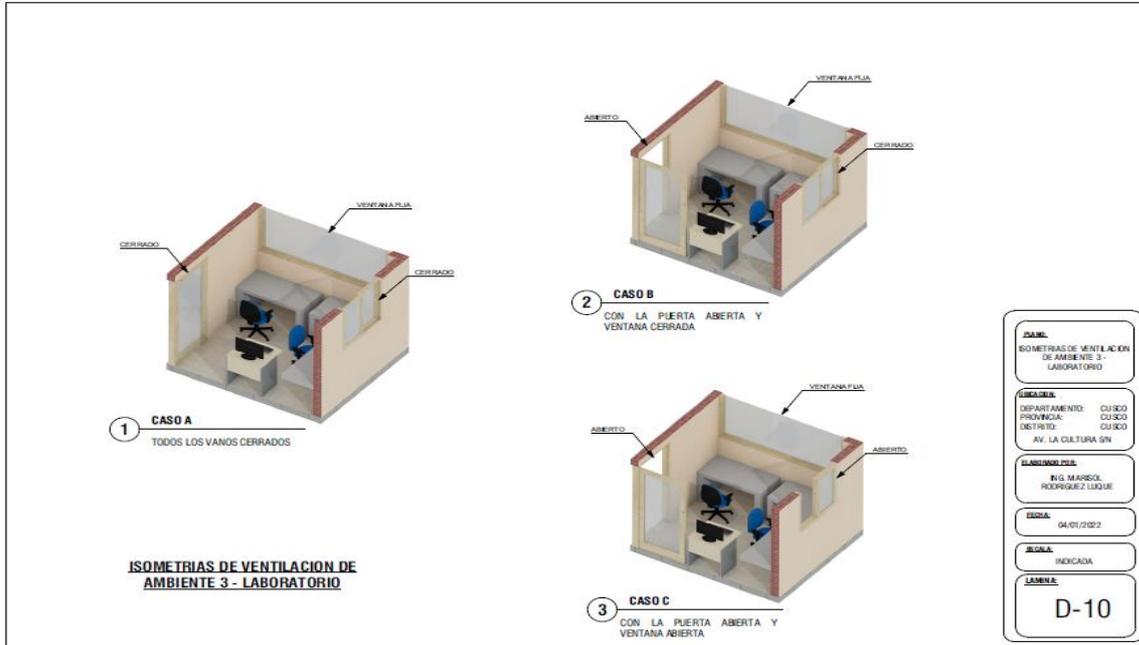


Figura 19

Isometrías de ventilación de ambiente 1 – Laboratorio

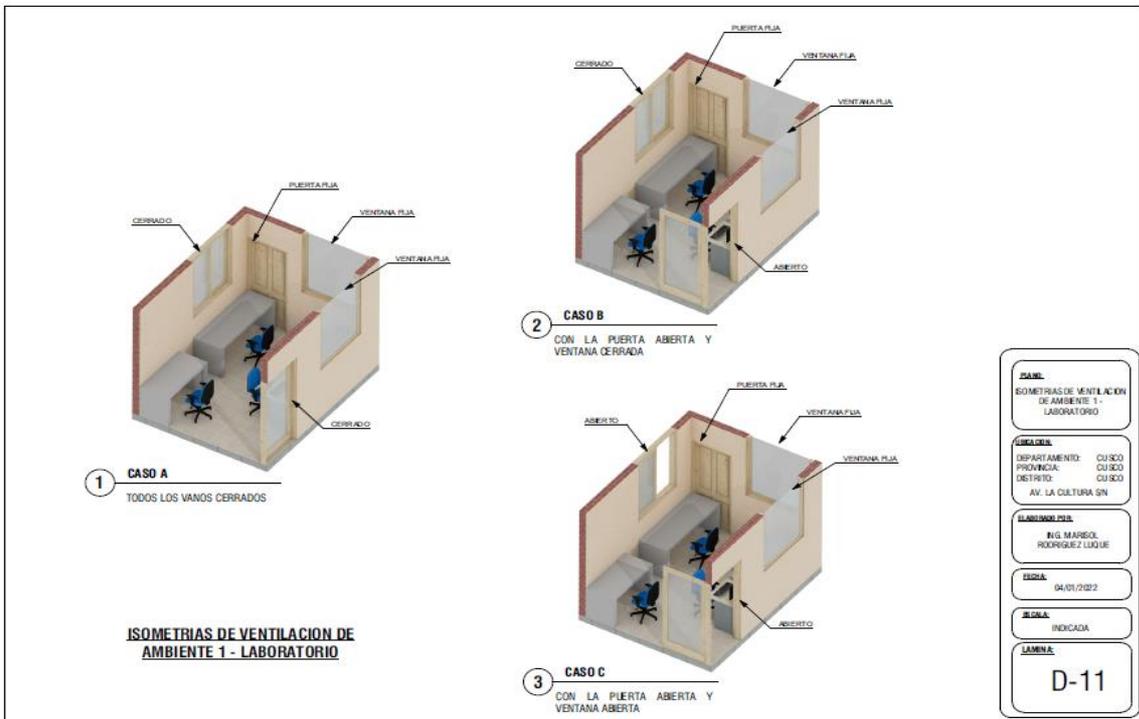


Figura 20

Isometrías de ventilación de Fiscalización de Medicamentos

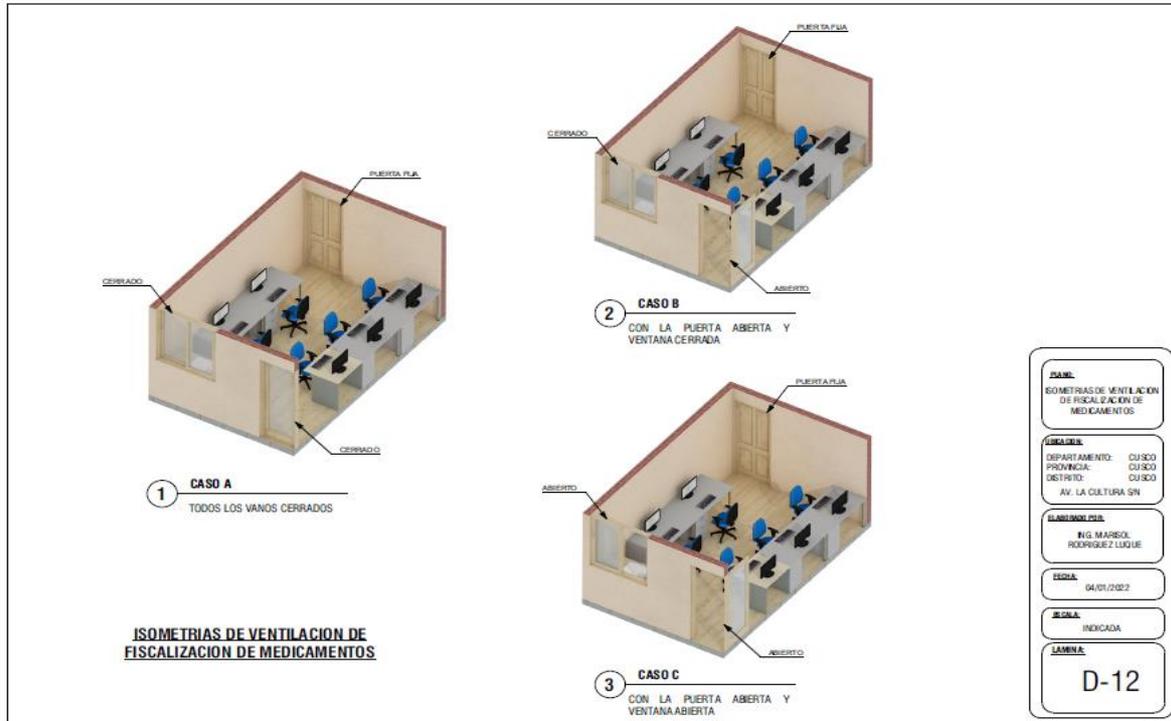


Figura 21

Isometrías de ventilación de Acceso y Gestión de Medicamentos

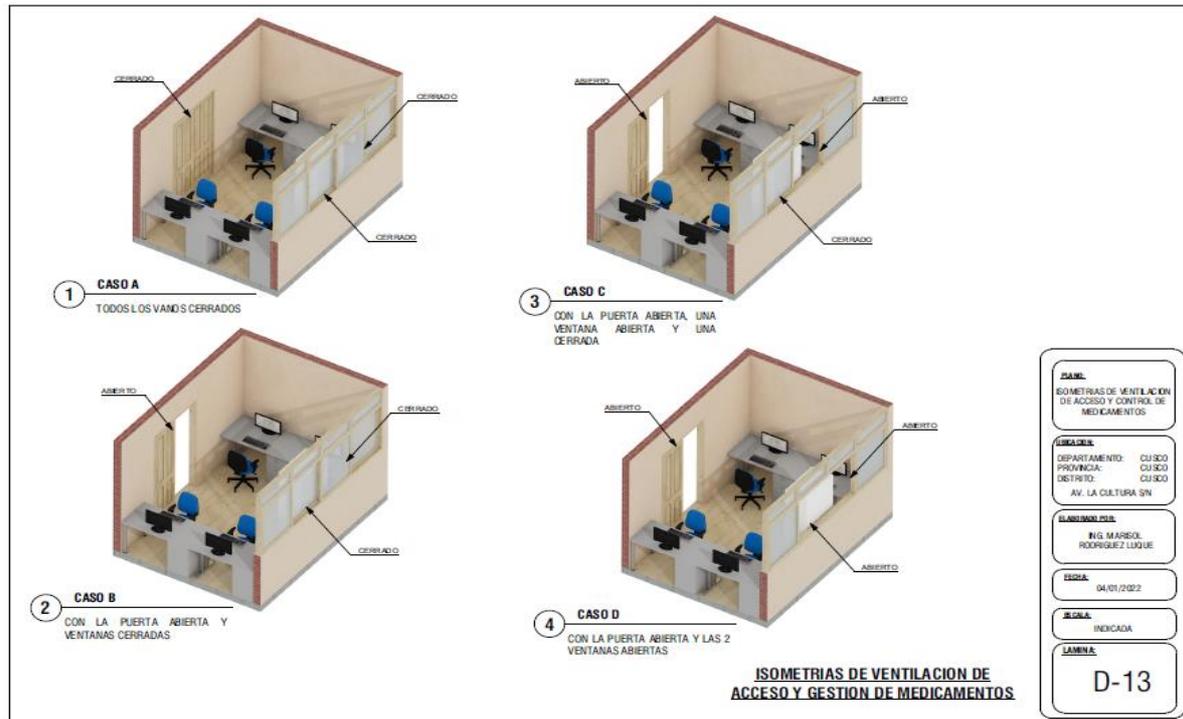
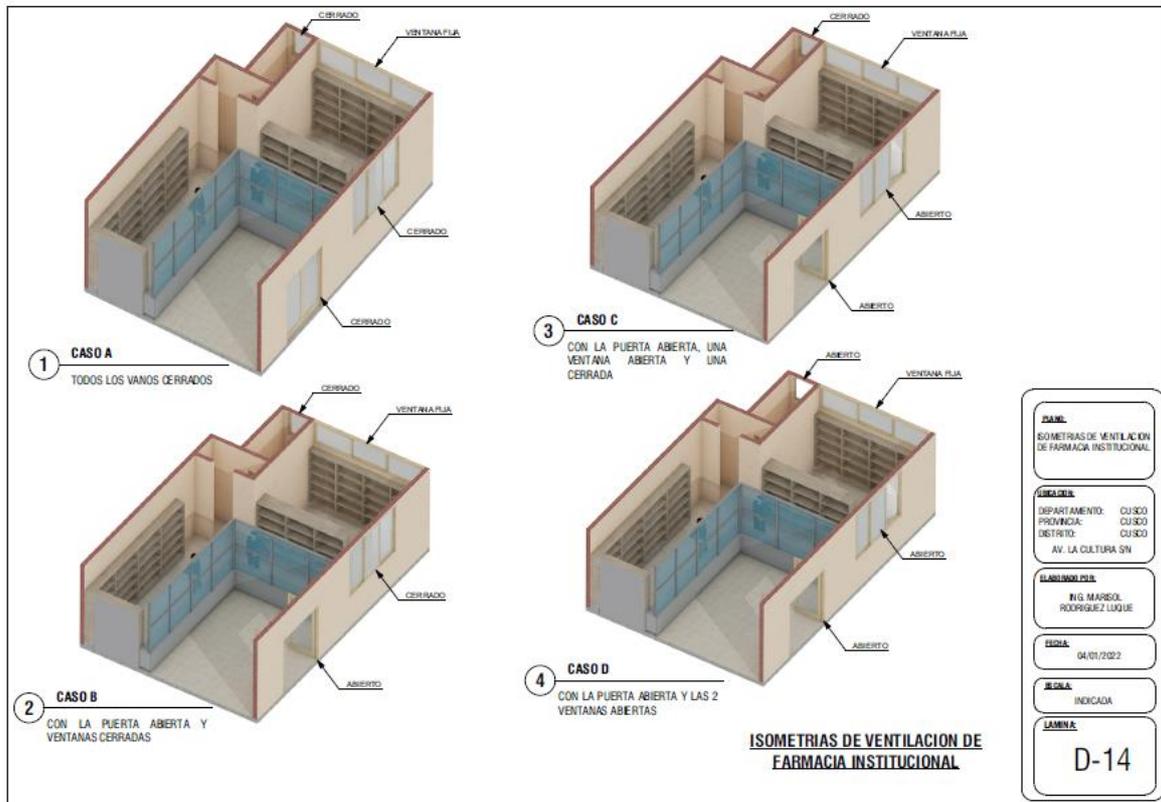


Figura 22

Isometrías de ventilación de Farmacia Institucional





Universidad
Internacional
de Valencia