

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

UNIDAD DE POSGRADO

**MEDICION DEL DIOXIDO DE CARBONO AMBIENTAL COMO
INDICADOR DE RIESGO DE INFECCIÓN POR COVID-19 EN
INTERIORES DE UN HOSPITAL MINSA 2021**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR

**EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA
OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR

ALISON ROCIO VELÁSQUEZ VASQUEZ

ASESOR

JOSE DEL CARMEN SANDOVAL PAREDES

LIMA - PERÚ

2023



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada

CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

UNIDAD DE POSGRADO

**MEDICION DEL DIOXIDO DE CARBONO AMBIENTAL COMO
INDICADOR DE RIESGO DE INFECCIÓN POR COVID-19 EN
INTERIORES DE UN HOSPITAL MINSA 2021**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR

**EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR

ALISON ROCIO VELÁSQUEZ VASQUEZ

ASESOR

DR. JOSE DEL CARMEN SANDOVAL PAREDES

LIMA, PERÚ

2023

ÍNDICE

	Págs.
Portada	i
Índice	ii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción de la situación problemática	4
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación	7
1.4.1 Importancia	7
1.4.2 Viabilidad y factibilidad	7
1.5 Limitaciones	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes	10
2.2 Bases teóricas	13
2.3 Definición de términos básicos	20
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	22
3.1 Formulación	22
3.2 Variables y su definición operacional	23
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	26
4.1 Diseño metodológico	26
4.2 Diseño muestral	26
4.3 Técnicas de recolección de datos.....	27
4.4 Procesamiento y análisis de datos.....	29
4.5 Aspectos éticos.....	30
CRONOGRAMA	32
PRESUPUESTO	33
FUENTES DE INFORMACIÓN	34
ANEXOS	37
1. Matriz de consistencia.....	37
2. Instrumento de recolección de datos	39
3. Validación del instrumento	40

NOMBRE DEL TRABAJO

MEDICION DEL DIOXIDO DE CARBONO AMBIENTAL COMO INDICADOR DE RIESGO DE INFECCIÓN POR COVID-19 EN INTE

AUTOR

ALISON ROCIO VELÁSQUEZ VASQUEZ

RECUENTO DE PALABRAS

7676 Words

RECUENTO DE CARACTERES

42919 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

39 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

245.8KB

FECHA DE ENTREGA

Jan 25, 2023 3:50 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 25, 2023 3:51 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

El COVID-19 se posiciona como un asunto de salud pública crucial durante el siglo XXI, debido a su alta contagiosidad, que tiene preocupada a la sociedad por los millones de infectados y miles de decesos (1).

En ese marco, la comunidad científica ha decidido profundizar en los factores que subyacen a las vías de transmisión, con el objeto de atenuar la diseminación del SARS-CoV-2. Es así que se destaca a la transmisión aérea de diminutas microgotas o también denominadas aerosoles, pues en diversos escenarios interiores han logrado cubrir distancias de hasta 10 metros e incluso suspensiones aéreas prolongadas, especialmente en espacios abarrotados y poco ventilados (2).

Esta situación ha adquirido principal interés en las instituciones de salud, ya que diversos informes han develado el aumento de la infección cruzada entre pacientes y médicos, catalogando al nosocomio como un entorno de alto riesgo (3).

En China, el Hospital Central del Sur de la Universidad de Wuhan notificó entre el 1 y 20 de enero del 2020 un porcentaje de 41.3% para las infecciones que acontecieron al interior de la institución de salud, destacando un caso en particular que propagó la infección en más de 10 empleados del departamento de cirugía. Además, esta nación reportó hasta el 11 de febrero del 2020, 3019 trabajadores de hospitales infectados en 422 instituciones sanitarias de China (3).

El Hospital de Reino Unido registró entre el 11 de marzo y 12 de mayo del 2020 un porcentaje de 49.4% para infecciones por COVID-19 asociadas al hospital, específicamente a la transmisión en las salas de espera (4).

En Perú, el nosocomio “Víctor Lazarte Echegaray” de Trujillo reportó, que la adquisición de Sars-COV-2 en profesionales de salud acontece después de una

jornada larga de atención, con preponderancia en el grupo profesional de medicina (42.11%) y de enfermería (36.84%) (5).

Ante ello, la “Organización Mundial de la Salud (OMS)” recomendó ventilar y purificar el aire en interiores, para eliminar el aire viciado y reducir la permanencia de los aerosoles virales (6,7). Los nosocomios modernos, en particular las salas quirúrgicas, laboratorios de microbiología y unidades de cuidados intensivos, cuentan con sistemas óptimos de ventilación, que eliminan partículas, por medio de filtros de aire sumamente eficientes. Sin embargo, las habitaciones, alojamientos conjuntos, emergencias y salas de espera no cuentan con dichos sistemas y en la gran cantidad de situaciones la ventilación de aire corriente no se da, por la infraestructura, incomodidad térmica o de corrientes de aire e incluso por el riesgo de caídas desde las ventanas (7).

Esta situación provocaría la elevación de niveles de CO₂ ambiental, que no es más que un componente exhalado por los seres humanos, que ante la ausencia o incorrecta ventilación generaría una fracción reinhalada o aire compartido que se cohesiona a la infectividad (7).

En ese escenario se vuelve indispensable la indagación de cada una de las condiciones, comportamientos o características asociadas al incremento del dióxido de carbono ambiental, pues su constitución permitiría reducir la transmisión viral al interior de las instituciones sanitarias. Por ello, la comunidad científica a dirigido sus esfuerzos a la evaluación de una serie de variables, destacando al número de individuos por habitación, tasa de ventilación, tamaño volumétrico, tipo de alojamiento (7,8), variación estacional, área hospitalaria, y turno hospitalario como principales factores (3,9).

Sin embargo, los hallazgos no se pueden generalizar a otras instituciones y mucho menos a otras poblaciones. Por ende, es necesaria la ejecución de investigaciones que permitan establecer los factores relacionados a la concentración de CO₂ ambiental.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la medición del dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo para la infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSA Perú durante el 2021?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar de qué manera la medición del dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo de infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSA, 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar si la concentración de CO₂ ambiental tiene relación con la severidad de infección por COVID-19, en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSA.

Determinar si la variación estacional aumentó las concentraciones de CO₂ y el riesgo de la infección por COVID-19 en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSA.

Determinar si la concentración de dióxido de carbono ambiental tiene relación con la prevalencia de la infección por COVID-19 en los trabajadores de salud en la misma área.

Determinar si el área de un ambiente interior del hospital se relaciona con la alta prevalencia de casos con infección por COVID-19 en trabajadores de salud dentro de un hospital.

Determinar si el número de trabajadores expuestos tiene relación con la prevalencia de trabajadores infectados por COVID-19.

1.4 Justificación

1.4.1 Importancia

El interés del estudio se centra en determinar los determinantes relacionados a las concentraciones de dióxido de carbono ambiental en interiores hospitalarios, ya que su constitución permitirá mejorar la gestión hospitalaria, para ofrecer a los pacientes, acompañantes y al propio trabajador de salud un entorno libre de amenazas o riesgos.

Además, permitirá fomentar el desarrollo de protocolos operativos de ventilación de aire, sin descuidar las medidas de contención y prevención establecidas por los gobiernos; con el objeto de mejorar la condición del aire interno y eludir el contagio de COVID-19.

Por otro lado, reducirá las brechas de conocimiento existentes y ayudará como fuente previa de información (teóricos y metodológicos), para la elaboración de posteriores investigaciones basadas en una similar perspectiva científica.

Los hallazgos permitirán catalogar al precedente bibliográfico como valioso, pues en Perú existe una limitada cantidad de investigaciones que aborden temas de calidad del aire en contexto de COVID-19.

1.4.2 Viabilidad y factibilidad

La investigación es viable de realizar pues es posible de obtener las facilidades del hospital en estudio, Hospital Carlos La Hoz Puente Piedra, para recabar información. Además, se tendrá disponibilidad de internet y a la información sobre las variables de interés; “concentración de CO₂ y factores asociados”.

La investigadora adquirirá el medidor de dióxido de carbono digital adecuado y debidamente calibrado para realizar las mediciones necesarias en el tiempo establecido durante la ejecución del proyecto de investigación.

Finalmente, se posee materiales y recursos económicos necesarios para su realización. Cabe señalar que el estudio será financiado por el investigador, es decir este asumirá los gastos asociados al desarrollo y ejecución del mismo.

1.5 Limitaciones

Podrían presentarse posibles errores en el desarrollo de las “fichas de recolección de datos”, por ende, se efectuará un control de calidad de la información.

Respecto a la toma de las medidas, dado que estas deberán ser ejecutadas durante las jornadas laborales presenciales y en los turnos con variada concurrencia de trabajadores y pacientes, podría ser una situación incómoda para los usuarios y trabajadores.

Ya que se usará un equipo tecnológico este puede presentar algunas fallas, las cuales serán subsanadas al cumplir los estándares de una adecuada ficha técnica, uso y mantenimiento correcto del equipo, y calibraciones seriadas.

Es válido especificar que estamos comparando la medición del dióxido de oxígeno en ambientes interiores el hospital durante el año 2022, con los casos registrados de trabajadores infectados por COVID-19 en 2021. Este podría tener un sesgo de información, sin embargo, los ambientes incluidos en el presente trabajo no han sido modificados estructuralmente (puertas, ventanas, área en m²) durante la pandemia (años 2021 y 2022). Además, la medición es actual pues durante el año 2021 nos encontrábamos aún en crisis sanitaria, atendiendo a gran volumen de pacientes y no se tomaba la importancia a la medición del dióxido de carbono ambiental y su posible relación con la infección por COVID-19.

Es significativo comentar que la expansión de resultados debe efectuarse con cautela pues los resultados solo escenificarán la realidad del ámbito en investigación y podrían este no ser transferible hacia otros sectores y

establecimientos de salud. Finalmente, se tiene tiempo para efectuar el estudio, por lo que este aspecto no sería una limitación del trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Laurent M y Frans J, 2022, Bélgica, desarrollaron análisis que tuvo como objeto determinar si los monitores de dióxido de carbono (CO₂) fueron necesarios y efectivos en la mejora de la ventilación en los nosocomios. Fue un ensayo clínico que analizó 12 habitaciones de dos salas geriátricas. Los resultados mostraron mayores niveles de CO₂ (>800 ppm) durante la atención matutina, en los alojamientos conjuntos y cuando las ventanas o puertas de las habitaciones estuvieron cerradas. Estos hallazgos no se alteraron ante el uso de los monitores de CO₂ (p>0.05), probablemente por la falta de entrenamiento profesional y de estrategias de ventilación para obtener cambios de comportamientos sostenidos. Se concluyó que los monitores de CO₂ no mejoraron la ventilación de los nosocomios (7).

Li C y Tang H, en el 2021, en China, publicaron una investigación que tuvo como meta evaluar las tasas de ventilación y el riesgo de COVID-19 en un edificio de consultas externas. Fue una exploración observacional, prospectiva y transversal que analizó 20 salas de espera, la sala de pacientes ambulatorios y la calle del hospital. Los resultados mostraron concentraciones medias de CO₂ de 699 ppm para los 22 espacios, que aumentaron durante la mañana, junto al arribo de los pacientes y sus acompañantes (<1000 ppm). El riesgo de infección en las salas de espera osciló entre 0.19 y 2.63%, en la sala de pacientes ambulatorios inferior a 0.3% y en la calle del hospital 0.008%. Se concluyó que las concentraciones de CO₂ no sobrepasaron los límites nacionales y el riesgo de COVID-19 fue mayor en las salas de espera (3).

Huang Q et al., en el 2021, en Estados Unidos, difundieron un análisis que tuvo como base evaluar los niveles de CO₂ y sus respectivos factores asociados en los consultorios dentales. Fue un estudio observacional, prospectiva y transversal que analizó 10 salas de tratamiento. Los resultados mostraron niveles de CO₂ de 1600

ppm para ambientes poco ventilados, de 1100 ppm para salas con 3.9 cambios de aire por hora. Estos niveles de CO₂ no solo se asociaron a las tasas de ventilación (β :11.0 p:0.001), sino también al número de individuos en la habitación (β :90.2 p:0.006) y a su tamaño volumétrico (β : -0.50 p:0.049). Se concluyó que los niveles de CO₂ estuvieron estrechamente asociados a las tasas de ventilación, número de individuos en la habitación y al tamaño volumétrico de los consultorios dentales (8).

Vouriot C et al., en el 2021, en Reino Unido, difundieron una investigación que tuvo como finalidad evaluar si la variación estacional aumentó las concentraciones de CO₂ y el riesgo de SARS-CoV-2 en las escuelas. Investigación observacional, prospectiva y transversal que analizó 45 espacios de 11 escuelas diferentes. Los cálculos evidenciaron un incremento de los niveles de CO₂ en términos de media diaria (1200-1550 vs 750-900 ppm) y de valores pico (2000 vs 1650 ppm) en enero (invierno) respecto a julio (verano). Situación atribuida a la disminución de los niveles de ventilación en respuesta al clima frío. Por otro lado, el riesgo de COVID-19 se duplicó en enero, pues la probabilidad de transmisión es mayor en espacios poco ventilados. Se concluyó que la variación estacional de verano a invierno aumentó las concentraciones de CO₂ y SARS-CoV-2 (9).

Gilio A et al., 2021, Italia, llevaron a cabo un estudio que tuvo como fin evaluar la concentración de CO₂ en edificios educativos antes y después de la implementación de un protocolo de ventilación de aire, utilizado como herramienta estratégica para disminuir el contagio de SARS-CoV-2. Fue una investigación experimental que analizó a 11 aulas de 9 escuelas. Los resultados mostraron que las concentraciones iniciales de CO₂ oscilaron entre 720.7 y 1325 ppm durante el horario escolar, con valores máximos que fluctuaron entre 867 y 3947 ppm. Este último valor correspondió al aula número 5, particularizada por presentar una ventilación de aire natural, horario de tiempo completo, un menor número de ventanas (2 ventanas) y de volumen en metros cúbicos (128 m³). Posterior a la implementación del protocolo de ventilación de aire 9 de 10 aulas evidenciaron mejores escenarios, con niveles

medios de CO₂ inferiores a 1000 ppm. Se concluyó que la implementación de un protocolo de ventilación de aire redujo efectivamente las concentraciones de CO₂ en los edificios educativos (2).

Villanueva F et al., en el 2021, en España, comunicaron una investigación que tuvo como objeto evaluar las concentraciones de CO₂ y aerosoles en la reapertura de los colegios en pandemia. Investigación observacional, prospectiva y transversal y analizó 19 aulas. Los resultados mostraron concentraciones de 553 ppm para aulas pre escolares, de 602 ppm para aulas de primaria y de 669 ppm para aulas de secundaria. Entre ellas el aula con mayores concentraciones (2117 ppm) se particularizó por tener una jornada prolongada (6 horas), mayor cantidad de ocupantes (28) y geometría rectangular de 60 m². Por otro lado, los aerosoles evidenciaron concentraciones superiores al límite recomendado de PM₅ (>25 ug/m³) y PM₁₀ (>50 ug/m³). Se concluyó que las concentraciones de CO₂ mejoraron sustancialmente en comparación de la mayoría de informes existentes para aulas europeas y los aerosoles aumentaron; sin embargo, la falta de datos de concentraciones al aire libre limitó la determinación de la contribución real (10).

Quispe A, en el 2020, en Tarapoto, dieron a conocer un estudio que tuvo como finalidad establecer la relación entre el nivel de CO₂ en interiores y la ventilación de oficinas de la "Municipalidad Provincial de Tocache". Estudio observacional, descriptiva, correlacional y longitudinal que analizó 25 oficinas. Los resultados mostraron una concentración media de CO₂ de 442 ppm, relacionada de forma baja e inversa a la ventilación de los ambientes (r: -0.214); sin embargo, esta relación no fue significativa (p:0.304). Se concluyó que a mayor nivel CO₂ disminuyó la ventilación en los ambientes de interiores y a menor concentración aumentó (11).

Hwang S y Park W, en el 2019, en Corea, publicaron una investigación tuvo como meta evaluar las concentraciones de NO₂, O₃ y CO₂ en el aire de las instalaciones

con ocupantes susceptibles y su relación con otros factores ambientales interiores. Estudio transversal que analizó 82 instalaciones sanitarias. Los resultados identificaron que las medias de NO₂, O₃ y CO₂ en el aire no superaron los niveles recomendados. El CO₂ se correlacionó al NO₂ (r:0.176 p<0.01), al O₃ (r: -0.143 p<0.05), a la temperatura (r:0.288 p<0.01) y a las variaciones estacionales (p<0.05). Este último evidenció mayores concentraciones de CO₂ durante la primavera (800 ppm) y el otoño (750 ppm). Se concluyó que las concentraciones de NO₂, O₃ y CO₂ fueron normales y este último se correlacionó a sus contrapartes, a la temperatura y a las variaciones estacionales (12).

2.2 Bases teóricas

COVID-19

Patología respiratoria suscitada por una cepa mutante de coronavirus, denominada SARS-CoV-2 (13). Esta tuvo sus inicios en China - Wuhan donde se aislaron 27 casos de neumonía de causa desconocida. En poco tiempo el virus se diseminó a diferentes países, para en marzo del 2020 catalogar a la enfermedad como una nueva pandemia mundial (14).

Este escenario se cimienta en la alta contagiosidad del virus (14) y usualmente acontece por contacto directo con individuos infectados, que al dialogar, estornudar o toser expelen gotitas respiratorias o saliva (15).

La evidencia disponible posiciona a este tipo contacto como la vía principal de contagio; sin embargo, la transmisión por aerosoles en los ambientes de trabajo está cobrando principal trascendencia. Esta última no es más que la suspensión de partículas infecciosas en el aire, cuyo tamaño es superior o igual a 100 micras. Por esta razón, pueden recorrer una distancia que sobrepase los 2 metros, singularmente en espacios pequeños, cerrados y con poca ventilación (15).

Además, es necesario precisar que las dimensiones de estas partículas permiten el alcance de múltiples regiones de las vías respiratorias, por ende su tamaño posibilita la distinción de 3 fracciones en el aerosol (15):

Aerosol inhalable: Constituido por aerosoles de gran tamaño, que pueden llegar a medir 100 micras. Estos usualmente alcanzan las vías respiratorias altas (15).

Aerosol torácico: Constituida por aerosoles de tamaño medio (6-15 micras), capaces de ingresar a la tráquea y a los bronquiolos principales (15).

Aerosol respirable: Constituida por aerosoles diminutos, (≤ 5 micras), capaces de ingresar hasta los alveolos de los pulmones (15).

Ventilación de los ambientes como medida preventiva

La ventilación es un medio que se encarga de la restauración del aire en un recinto, con la finalidad de proveer aire limpio y diluir los posibles contaminantes (15).

El peligro de infectar por SARS-CoV-2 aumenta en espacios poco ventilados, pues un individuo podría contagiar a sus pares por aerosoles, especialmente si los ambientes son pequeños. Por ello, resulta fundamental tener estructurados buenos sistemas de ventilación (16,17).

La ventilación natural implica la apertura de puertas y ventanas para renovar el aire interno; mientras que los métodos de ventilación y climatización, tienen como objeto eludir la recirculación de aire, incrementar la ventilación en estancias climatizadas impulsando al 100% el aire proveniente del exterior y evitar cortocircuitos entre la extracción e impulsión de aire fresco (16,17).

El “Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)”, evalúa la calidad de aire interior mediante la calidad de aire interno (IDA: Indoor air) según uso de edificios y al caudal de aire exterior por individuo (15).

IDA 1: El aire es de óptima calidad, caudal de aire exterior igual 20 l/s por individuo, ideal para hospitales (15).

IDA 2: El aire es de buena calidad, caudal de aire exterior igual 12.5 l/s por individuo, ideal para residencias y oficinas (15).

IDA 3: El aire es de calidad media, volumen de aire exterior de 8 l/s por individuo. En esta categoría se incluyen a los teatros, edificios comerciales, cines, hostales, patios de comida, locales de fiestas, gimnasios y locales de deportes, exceptuando la natación (15).

IDA 4: Hace referencia al aire de mala o baja calidad. Su volumen de aire exterior es de 5 l/s por individuo (15).

La medida frecuentemente empleada para establecer la calidad de aire interior son las concentraciones de CO₂, pues estas indican con precisión las transmisiones de bioefluentes humanos. Sus concentraciones se expresan en parte por millón (ppm) y por encima de las concentraciones del aire que se halla en el exterior. Según las categorías mencionadas en los acápites anteriores las concentraciones de CO₂ están representadas por los siguientes valores (15):

IDA 1: 350 ppm

IDA 2: 500 ppm

IDA 3: 800 ppm

IDA 4: 1200 ppm

Medición del dióxido de carbono ambiental en interiores

El CO₂ es un producto del metabolismo que se emplea como indicador de contaminación del aire, asociado a la presencia de individuos en el interior de un recinto (respiración humana). Por ello, el incremento de las concentraciones de CO₂ indican una ventilación poco óptima y una peor calidad en el aire (18).

Cuantificar el CO₂ es una manera indirecta de monitorizar la gravedad que puede generar la respiración de los individuos en la posibilidad de enfermarse, en este caso de SARS-CoV-2. El instrumento utilizado usualmente es el infrarrojo no dispersivo (NDIR) (19).

En general, si los niveles de CO₂ en un espacio son superiores a 1000 ppm, correspondería a una ventilación inadecuada y requeriría de ventilación rauda y elevada, un resultado de 500 a 700 ppm sería admisible y si se logra llegar a 800 ppm se deberá ventilar naturalmente (19).

Entre sus fases de evaluación destacan (19):

Fase inicial: En esta fase se debe ejecutar las mediciones de CO₂ de manera periódica, registrar la evolución del CO₂ (lecturas cada 15 min), empezar abrir las ventanas disponibles en el ambiente, preservar las condiciones fijas por lo menos 1 hora, establecer la calidad de ventilación y reajustar las ventanas (19).

Fase de verificación: En esta fase no es necesario ejecutar la prueba nuevamente, pero si se debe corroborar asiduamente las concentraciones de CO₂ (19).

Fase de uso rutinario: La acumulación de experiencia en este procedimiento tornará sencillo y automático el ajuste de la ventilación diaria (19).

Interpretación de los resultados

Concentraciones de CO₂ y medidas a adoptar:

Si las concentraciones de CO₂ se hallan inferiores de 800 ppm la ventilación será considerada suficiente y no se precisará de medidas adicionales. Se proseguirá con la ventilación en los interiores y se realizará una vigilancia en un periodo determinado de tiempo (19).

Si las concentraciones de CO₂ han sobrepasado los 800 ppm, es necesario corroborar el resultado incrementando la continuidad de apertura de ventanas o el nivel de las mismas. Además, se debe reiterar la medición hasta hallar un escenario en el que no se superen los valores aconsejados (19),

Una vez que todos los escenarios estén correctamente corroborados y las concentraciones de CO₂ superen los límites de normalidad, se considerará la ventilación mecánica y se optará por la disminución del aforo y la permanencia de los individuos (19).

Clasificación del riesgo de SARS-CoV-2 según concentraciones de CO₂ y medidas a adoptar:

Si las concentraciones de CO₂ son inferiores a 700 ppm el riesgo de SARS-CoV-2 será bajo, por lo tanto, no se precisará de ninguna acción o medida (2).

Si las concentraciones de CO₂ son mayores a 700 ppm e inferiores a 800 ppm el riesgo de COVID-19 será moderado y las medidas a aplicar serán (2).:

A= Puertas siempre abiertas (2).

Si A está activa, se aplicará la medida B= apertura de ventanas durante 10 minutos a partir del mediodía (2).

Si A y B están activas, se aplicará la medida C= apertura de ventanas durante 10 minutos al final de la atención y/o en el cambio de turno (2).

Si A y C están activas, se aplicará la medida D= cambio de configuración en la apertura de ventanas, tiempo de apertura o en el aforo (2).

Si las concentraciones de CO₂ son superiores a 800 ppm e inferiores a 1000 ppm el riesgo de COVID-19 será alto y las medidas aplicar serán (2):

Aplicar las medidas A y B (2).

Si A y B están activas, aplicar medida C (2).

Si A y C están activas, se aplicará la medida D (2).

Si A, C y D están activas, aplicar medida E= modificaciones en la infraestructura (2).

Si las concentraciones se CO₂ son superiores a 1000 ppm el riesgo de SARS-CoV-2 es muy alto y las medidas a aplicar serán (2):

Aplicar medida A y C (2).

Si A y C están activos, aplicar medida C (2).

Si A, C y D están activos aplicar medida E (2).

Figura 1. Esquema de clasificación de riesgo

Clase de riesgo	Riesgo alto	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo muy alto
Acciones*	No se necesitan acciones	Aplicación de medida A. Si A está activo, aplicar medida B. Si A y B están activos, aplicar medida C. Si A y C están activos, aplicar medida D.	Aplicación de medidas A y B. Si A y B están activos, aplicar medida C. Si A y C están activos, aplicar medida D. Si A y C están activos, aplicar medida E.	Aplicar medida A y C. Si A y C están activos, aplicar medida D. Si A, C y D están activos, aplicar medidas E.
Concentraciones de CO ₂	<700 ppm	>700 ppm <800 ppm	>800 ppm <1000 ppm	>1000 ppm

*A: Puertas siempre abiertas; B: Apertura de ventanas durante 10 minutos a partir del mediodía; C: Apertura de ventanas durante 10 minutos al final de la atención y/o en el cambio de turno; D: Cambio de configuración (apertura de ventanas, tiempo, aforo); E: Modificaciones en la infraestructura.

Factores relacionados a la concentración de dióxido de carbono ambiental

Turno hospitalario: El turno matutino se asoció al incremento de las concentraciones de CO₂, ya que durante ese lapso la llegada de los pacientes y sus acompañantes a diversas salas de las instituciones de salud es mayor, y por lo tanto la exhalación de CO₂ (3).

Tipo de alojamiento: El alojamiento conjunto en condiciones poco óptimas genera una concentración mayor de CO₂, en comparación de los internamientos individuales (habitación propia) (7).

Tasas de ventilación: Las menores tasas ventilación se encuentran asociadas al aumento de las concentraciones de CO₂, pues en espacios sin flujo de aire se acumularía el compuesto exhalado por los seres humanos, que aproximadamente expulsan 40 0000 partes de CO₂ por millón en cada exhalación (7).

Número de individuos en la habitación: La cantidad de individuos en una habitación aumentaría la expulsión de partes de CO₂ por millón y por ende las concentraciones del mismo en el ambiente (8).

Tamaño volumétrico: Las dimensiones del área de atención hospitalaria se asocian a las concentraciones de CO₂, pues en espacios más pequeños la aglomeración será mayor; mientras que en ambientes de mayor amplitud se podrán diluir los posibles contaminantes (8).

Área hospitalaria: Las salas de espera están catalogadas como los espacios con mayores concentraciones de CO₂, pues estas aglomeran una cantidad significativa de pacientes y sus respectivos acompañantes. Además, en los nosocomios estos espacios no suelen tener un flujo de aire óptimo (3).

Variación estacional: En el invierno se han evidenciado mayores concentraciones de CO₂ ambiental en interiores, debido a la respuesta de los individuos al clima, pues en climas más fríos se restringirían los sistemas de ventilación y/o intervención de los ocupantes, quienes preferirán tener las ventanas o puertas cerradas (9).

2.3 Definición de términos básicos

Aerosol: detención de micropartículas en estado líquido o sólido en el aire (15).

Calidad de aire interior: Ausencia o bajo índice de contaminantes en entornos cerrados (20).

COVID-19: Patología respiratoria suscitada por una cepa mutante de coronavirus (13).

Dióxido de carbono: Gas constituido por dos átomos de oxígeno y uno de carbono (21).

Factores relacionados: Hechos, circunstancias, características o influencias que presentan alguna clase de relación con una patología (22).

Partes por millón: Expresa las concentraciones como las partes de una masa de soluto que se halla en un millón de partes de masa de disolución (23).

Ventilación: Corriente o fluido de aire que tiene como objeto renovar el aire interior de un recinto (24).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Formulación

Hipótesis general

El alto valor de dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo de infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSA en el 2021.

Hipótesis específicas

La mayor concentración de CO₂ ambiental tiene relación con mayor severidad de infección por COVID-19, en trabajadores de salud en interiores de un hospital.

Durante la estación de invierno aumentó las concentraciones de CO₂ y el riesgo de la infección por COVID-19 en trabajadores de salud en interiores de un hospital.

La alta concentración de CO₂ ambiental en interiores de un hospital está relacionado con la mayor prevalencia de trabajadores infectados por COVID-19 en la misma área.

El área reducida se relaciona con la alta prevalencia de infección por COVID-19 en trabajadores de salud de tipo asistencial dentro de un hospital.

Mayor número de casos de infección por COVID-19 está relacionado a mayor número de trabajadores expuestas a la misma área al interior del hospital.

3.2 Variables y su definición operacional

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Escala de medición	Categorías y sus valores	Medio de verificación	
Variable Independiente	Edad	Edad actual del trabajador	Cuantitativo	Razón	número	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA
	Sexo	Sexo del trabajador	Cualitativo	Nominal	Femenino/ masculino	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA
	Procedencia	Lugar donde vive el trabajador	Cualitativo	Nominal	Urbano/ Rural/ Urbano-marginal	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA
	Grado de instrucción	Instrucción educativa del trabajador	Cualitativo	Nominal	Analfabeto/ Primaria/ Secundaria/ Técnico/ Superior	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA
	Actividad laboral	Actividad ejercida con remuneración o beneficio por trabajadores de la institución en estudio.	Cualitativo	Nominal	Asistencial Administrativo	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA
	Ambiente de servicio del hospital	Espacio donde se efectúan una serie de funciones asistenciales o no Lugar donde se realizará la medición de concentraciones de CO2.	Cualitativo	Nominal	Ambientes de servicios de atención al trabajador Ambientes de servicios de atención al paciente	Organigrama hospitalario
	Número de personas	Número máximo de personas	Cuantitativo	Razón	Número	Rol de programación

	programadas en el ambiente	presentes en el ambiente durante la evaluación de las concentraciones de CO ₂				
	Número de personas que asistieron a su turno en el ambiente	Número máximo de personas presentes en el ambiente durante la evaluación de las concentraciones de CO ₂	Cuantitativo	Razón	Número	Reporte de cambio de guardia
	Hora del día	Hora del día donde se cuantificará la concentración de dióxido de carbono	Cuantitativo	Razón	am/pm	Reloj
	Estaciones de verano a invierno	Periodos del año que se caracterizan por condiciones climáticas específicas, las cuales dividen el año.	Cualitativo	Nominal	Invierno Primavera Verano	Calendario
Variable independiente	Área del ambiente interior	Métrica en metros cuadrados del área de estudio	Cuantitativo	Razón	m ²	Medidor láser de distancia digital del alto y ancho.
	Concentración de dióxido de carbono	Métrica de niveles CO ₂ dentro de los ambientes hospitalarios	Cuantitativo	Razón	ppm	Medidor de dióxido de carbono, humedad y temperatura digital
	Temperatura	Grados centígrados del ambiente interior	Cuantitativo	Razón	°C	Medidor de dióxido de carbono, humedad y temperatura digital

	Humedad ambiental	Humedad ambiental del área interior	Cuantitativo	Razón	porcentaje	Medidor de dióxido de carbono, humedad y temperatura digital
Variable dependiente	Infección por COVID-19	Número de trabajadores con infección por SARS-CoV-2	Cuantitativo	Razón	número	Registro de Historia Clínica Hospital MINSA

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Diseño metodológico

Según el enfoque metodológico; cuantitativo.

Tipo de investigación

- Observacional.
- Analítico.
- Retrospectivo.
- Transversal.

4.2 Diseño muestral

Población universo

Trabajadores del sector salud infectados por COVID-19 en interiores de un hospital del MINSA en Perú durante la pandemia COVID-19, 2021.

Población de estudio

586 trabajadores del sector salud, infectados por COVID-19, que laboraron en interiores del Hospital MINSA durante la pandemia por COVID-19, de un total de 1560 trabajadores del mismo hospital durante el año 2021.

Se considera trabajadores de salud a los profesionales, técnicos, operarios, entre otros que laboran para un hospital, como los médicos, enfermeras, técnicos de enfermería, químicos farmacéuticos, tecnólogos médicos, ingenieros biomédicos, secretarías, asistentes, auxiliares y técnicos administrativos, choferes de ambulancia, entre otros.

Muestreo o selección de la muestra

Será censal, debido a que se incluirán a todos los registros los personales de salud que se infectaron de COVID-19 durante el año 2021, siendo este un total de 586 trabajadores.

Se coleccionará los datos de los trabajadores infectados por COVID-19 dentro de un hospital MINSA en la pandemia, mediante la base de datos en formato Excel, que maneja el Servicio de Salud Ocupacional para su monitoreo activo de salud ocupacional.

Se llamará a los trabajadores para investigar sobre la infección por SARS-CoV-2 que padecieron y para completar algunos otros datos faltantes como el área donde trabajaban cuando fueron diagnosticados de COVID-19.

4.3 Técnicas de recolección de datos

La técnica será la observación y el instrumento ficha de recolección de datos, que tendrá los siguientes apartados:

- I. Datos generales: se tendrá en consideración: ambiente de servicios del hospital, actividad laboral, número de personas en el ambiente programadas en el rol, número de personas que realmente asistieron en el turno programado en el ambiente durante la medición del CO₂ ambiental, área del ambiente en m² (altura y el ancho de la habitación), estación del año, temperatura y humedad relativa.
- II. El área del ambiente, será medido con una herramienta digital denominada Medidor láser Bosch Professional GLM 20, para medir
- III. Concentración de CO₂: este parámetro se evaluará mediante un medidor de dióxido de carbono digital adecuado y debidamente calibrado para realizar las mediciones necesarias dentro de los ambientes hospitalarios seleccionados. El sistema que permite evaluar la concentración de CO₂, estará equipado con un sensor de infrarrojos no dispersivos (NDIR) que consta de una lámpara fuente de infrarrojos, además de tubo de luz, filtro de luz y detector de infrarrojos para medir el CO₂ dentro del rango de 0–40000 ppm con una precisión de ±30 ppm. Asimismo, se usará el modelo CO2-9914SD, con la finalidad de guardar los datos medidos (dióxido de carbono, humedad y temperatura) en la memoria SD para su posterior procesamiento de datos en Excel.

El sistema de monitorización se colocará aproximadamente a 1,5 m del suelo y, cuando fue posible, en el centro del ambiente. Se garantizará una distancia de al menos 1 m entre las ventanas y el medidor en cada área a examinar para evitar turbulencias de aire cerca del sistema de monitoreo que pudieran generar fluctuaciones en las lecturas de datos. Por la misma razón, tanto pacientes como personal de salud no podrán acercarse a este instrumento, principalmente para evitar que las mediciones pudieran verse afectadas por la exposición directa al aire exhalado (CO₂).

La actividad de monitoreo se realizará en cada lugar, previa coordinación con las autoridades respectivas. Las mediciones se realizarán por 12 horas (una jornada de trabajo); se iniciará a las 7:00 am y culminará a las 7:00 pm, el registro se realizará cada hora. Estas medidas se efectuarán en todos los ambientes seleccionados.

Ambientes de servicios de atención al paciente:

1. Emergencia medicina (COVID-19 y no COVID-19), pediátrico, cirugía y Gineco obstétrica.
2. UCI COVID-19
3. UCI no COVID
4. Hospitalización medicina mujeres y varones (COVID-19 y no COVID-19), pediátrico, cirugía mujeres y varones, especialidades quirúrgicas, y gineco obstétrica.
5. Triage diferenciado COVID-19
6. Toma de muestra (laboratorio de emergencia y citados).

Además, ambientes de servicios de atención al trabajador:

7. Unidad de personal
8. Servicio de salud ocupacional
9. Estadística

- 10. Logística
- 11. Docencia e Investigación
- 12. Dirección general
- 13. Secretaria por departamentos: “Medicina, Cirugía, Pediatría, Gineco obstetricia, Enfermería y Emergencia”.

Se repetirán de acuerdo a la estación: invierno y verano.

Se tomará en consideración los siguiente:

No hay adecuada ventilación en algunos horarios del día, específicamente 7:30 am -9: 30 am. Además de acuerdo al protocolo el horario para evaluar CO₂ (25), seria al finalizar la mañana /tarde, periodo donde se presume hay mayor concentración. Si bien esta se registrará como una variable cuantitativa, cuyo valor se determinará en ppm. También se categorizará (tabla 1).

Tabla 1. Niveles de riesgo para concentraciones de CO₂

Niveles	Puntaje
Bajo riesgo	< 700 ppm
Moderado riesgo	700 - 800 ppm
Alto riesgo	800 - 1000 ppm
Muy alto riesgo	>1000 ppm

Fuente: Di Gilio et al. (2).

Validación del instrumento: se efectuará la validez de contenido mediante juicio de expertos (Anexo 3), el resultado se obtendrá mediante una prueba binomial y la evaluación de 5 expertos en el tema.

4.4 Procesamiento y análisis de datos

Procesamiento y Análisis de datos

El análisis se realizará en el programa SPSS 25, donde se creará una base de datos.

Análisis univariado: en variables categóricas se realizará el cálculo de frecuencias absolutas y relativas (%). Mientras que las variables numéricas se expresarán en medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar).

Análisis bivariado: se realizará el análisis de regresión lineal simple para identificar relación entre factores y concentración de CO₂, donde se considerará el valor cuantitativo de la variable dependiente, medida en partes por millón (ppm), el grado de significancia será 5%.

Análisis multivariado: Para determinar los factores que simultáneamente se relacionan a la concentración de CO₂ ambiental se efectuará un análisis de regresión lineal múltiple, donde se considerará el valor cuantitativo de la variable dependiente, medida en partes por millón (ppm), el grado de significancia será 5%.

4.5 Aspectos éticos

El “comité de ética de la Universidad de San Martín de Porres” evaluará el protocolo de investigación, así como por el Hospital MINSU destacado. Se considerarán los lineamientos éticos estipulados en la “declaración de Helsinki”, así también los principios éticos: “beneficencia, justicia, no maleficencia y autonomía”, ya que no se ocasionará daño a pacientes o trabajadores de salud; el estudio solo busca valorar el nivel de concentración de CO₂ en ambientes seleccionados de la institución, previa coordinación con las autoridades correspondientes, así mismo solo se evaluará información relacionada a la actividad laboral, ambientes hospitalarios, número de personas en el ambiente, número de personal programado para dichos ambientes, volumen del ambiente y la estación del año. Las fichas de

recolección no consignaran información personal de los trabajadores de salud o pacientes, solo de información general relacionada al ambiente o servicio en estudio. La información solo será accesible a personas vinculadas al estudio y se emplearán con fines educativos.

PRESUPUESTO

Concepto	Monto (soles)
Asesor estadístico	800
Recolector de datos	400
Digitador	300
Material de escritorio	300
Internet	50
Papelería	75
Copias	100
Impresiones	21
Folder	21
Tablero	28
USB-8 GB	45
Equipo de protección personal	100
Equipo de medición de dióxido de carbono (digital)	500
Otros gastos	1500
Total	4 240

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Huayanay L. Transmisión aérea en espacios cerrados del SARS-Cov-2. *Fac Med.* 2020;81(3):342-7.
2. Di Gilio A, Palmisani J, Pulimeno M, Cerino F, Cacace M, Miani A, et al. CO₂ concentration monitoring inside educational buildings as a strategic tool to reduce the risk of Sars-CoV-2 airborne transmission. *Environ Res.* 2021;202:111560.
3. Li C, Tang H. Study on ventilation rates and assessment of infection risks of COVID-19 in an outpatient building. *J Build Eng.* 2021;42:103090.
4. Wake R, Morgan M, Choi J, Winn S. Reducing nosocomial transmission of COVID-19: implementation of a COVID-19 triage system. *Clin Med.* 2020;20(5):e141-5.
5. Alfaro M. Transmisión de COVID-19 en el personal de salud del hospital Víctor Lazarte Echegaray de Trujillo. *Horiz Méd Lima.* 2021;21(1):e1371.
6. Organización Mundial de la Salud. Preguntas y respuestas sobre la ventilación y el aire acondicionado y la COVID-19 [Internet]. 2021 [citado 4 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-ventilation-and-air-conditioning>
7. Laurent M, Frans J. Monitors to improve indoor air carbon dioxide concentrations in the hospital: A randomized crossover trial. *Sci Total Environ.* 2022;806:151349.
8. Huang Q, Marzouk T, Cirligeanu R, Malmstrom H, Eliav E, Ren Y. Ventilation assessment by carbon dioxide levels in dental treatment rooms. *J Dent Res.* 2021;100(8):810-6.
9. Vouriot C, Burrige H, Noakes C, Linden P. Seasonal variation in airborne infection risk in schools due to changes in ventilation inferred from monitored carbon dioxide. *Indoor Air.* 2021;31(4):1154-63.
10. Villanueva F, Notario A, Cabañas B, Martín P, Salgado S, Gabriel M. Assessment of CO₂ and aerosol (PM_{2.5}, PM₁₀, UFP) concentrations during the reopening of schools in the COVID-19 pandemic: The case of a metropolitan area in Central-Southern Spain. *Environ Res.* 2021;197:111092.
11. Quispe A. Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con la ventilación de las oficinas de la Municipalidad Provincial de Tocache [Internet]. Tarapoto: Universidad Peruana Unión; 2020. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Aldair_Tesis_Licenciatura_2020%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Aldair_Tesis_Licenciatura_2020%20(1).pdf)

12. Hwang S, Park W. Indoor air concentrations of carbon dioxide (CO₂), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) in multiple healthcare facilities. *Env Geochem Health*. 2019;1-10.
13. Organización Mundial de la Salud. Información básica sobre la COVID-19 [Internet]. 2020 [citado 4 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19>
14. Maguiña C, Gastelo R, Tequen A. El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. *Rev Med Hered*. 2020;(31):125-31.
15. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. La ventilación como medida preventiva frente al coronavirus SARS-CoV-2 [Internet]. Barcelona: Ministerio de Trabajo y Economía Social de España; 2021. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/712877/La+ventilaci%C3%B3n+como+medida+preventiva+frente+al+coronavirus+SARS-CoV-2.pdf/7d80e9f3-2b44-7e37-8af2-7ab105621070?t=1626298548369>
16. Viceconsejería de Salud Pública y Plan Covid-19. Impacto de los sistemas de ventilación en la transmisión del SARS-CoV-2. Recomendaciones generales para los edificios de uso público. [Internet]. España: Consejería de Sanidad de Madrid; 2020. Disponible en: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/doc_tec_ventilacion_el_sars-cov-2.pdf
17. Comité de Salud Medioambiental. COVID-19 un contaminante que flota en el aire [Internet]. España: Asociación Española de Pediatría; 2020. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf>
18. Lowther S, Dimitroulopoulou S, Foyal K, Shrubsole C, Cheek E, Gadeberg B, et al. Low Level Carbon Dioxide Indoors—A Pollution Indicator or a Pollutant? A Health-Based Perspective. *Environments* [Internet]. 2021;8(125). Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/environments-08-00125-v2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/environments-08-00125-v2%20(1).pdf)
19. Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra. Medidores de dióxido de carbono (CO₂) y ventilación [Internet]. España; 2021. Disponible en: <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/B4807750-8314-45A0-9768-64D22181DBD7/471579/MEDIDORESDECO2YVENTILACIONV3.pdf>
20. Wong I, Rosas G, Vega R, Guarneros L. Calidad de aire interior en ambientes cerrados, caso de estudio: Instituto Tecnológico de Chetumal. *Ara Cient*. 2019;4(2):11-20.

21. Real Academia de la Lengua Española. Dióxido de carbono [Internet]. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. 2022 [citado 4 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/dióxido>
22. Elsevier Connect. Diagnóstico enfermero: las características definitorias [Internet]. Elsevier. 2019 [citado 4 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/es-es/connect/enfermeria/edu-diagnostico-enfermero-las-caracteristicas-definitorias>
23. Donoso N. Soluciones químicas [Internet]. Chile: Departamento de Ciencias Naturales Maurice's Cerrillos; 2020. Disponible en: <https://colegiosaintmaurices.cl/wp-content/uploads/2020/05/2M-Qu%C3%ADica-GuC3%ADa-09.pdf>
24. Real Academia de la Lengua Española. Ventilación [Internet]. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. 2022 [citado 4 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://dle.rae.es/ventilación](https://dle.rae.es/ventilaci3n)
25. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior [Internet]. España; 2000 p. 1-6. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_549.pdf/e9364a82-6f1b-4590-90e0-1d08b22e1074

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

Título	Pregunta de investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
<p>Medición del dióxido de carbono ambiental como indicador de riesgo de infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSAs 2021.</p>	<p>¿De qué manera la concentración del dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo elevado para la infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSAs?</p>	<p>General Determinar de qué manera la medición del dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo de infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSAs 2021.</p> <p>Específicos Determinar si la concentración de CO₂ ambiental tiene relación con la severidad de infección por COVID-19, en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSAs.</p> <p>Determinar si la variación estacional aumentó las concentraciones de CO₂ y el riesgo de la infección por COVID-19 en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSAs.</p> <p>Determinar si la concentración de dióxido de carbono ambiental tiene relación con la prevalencia de la infección por COVID-19 en los trabajadores de salud en la misma área.</p>	<p>Hipótesis general Los altos valores de dióxido de carbono ambiental es un indicador de riesgo de infección por COVID-19 en interiores de un hospital MINSAs 2021</p> <p>Hipótesis específicas La mayor concentración de CO₂ ambiental tiene relación con mayor severidad de infección por COVID-19, en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSAs.</p> <p>Durante la estación de invierno aumentó las concentraciones de CO₂ y el riesgo de la infección por COVID-19 en trabajadores de salud en interiores de un hospital MINSAs.</p>	<p>El enfoque metodológico es cuantitativo El tipo de investigación es observacional, analítico, retrospectivo y de corte transversal.</p>	<p>Población 586 trabajadores del sector salud, infectados por COVID-19, que laboraron en interiores del Hospital MINSAs en la pandemia por COVID-19.</p> <p>Procesamiento de datos Regresión lineal simple y múltiple. Nivel de significancia será del 5%.</p>	<p>Ficha de recolección de datos</p>

		<p>Determinar si el área de un ambiente interior del hospital se relaciona con la alta prevalencia de casos con infección por COVID-19 en trabajadores de salud dentro de un hospital.</p> <p>Determinar si el número de trabajadores expuestos tiene relación con la prevalencia de trabajadores infectados por COVID-19.</p>	<p>La alta concentración de CO₂ ambiental en interiores de un hospital MINSA está relacionado con la mayor prevalencia de trabajadores infectados por COVID-19 en la misma área.</p> <p>El área reducida se relaciona con la alta prevalencia de infección por COVID-19 en trabajadores de salud dentro de un hospital.</p> <p>Mayor número de casos de infección por COVID-19 está relacionado a mayor número de trabajadores expuestas a la misma área al interior hospitalaria.</p>			
--	--	--	---	--	--	--

2. Instrumento de recolección de datos

Factores relacionados a la concentración de dióxido de carbono ambiental en interiores de un hospital MINSA Perú durante la pandemia COVID-19, 2021

Estación: () Invierno () Verano

Ambiente de servicio del hospital: De atención al paciente

() 1. SERVICIO/AMBIENTE DE: _____

Fecha: ____/____/____

Actividad laboral: () Asistencial () Administrativo

Número de trabajadores programados en el ambiente:

____ Número de trabajadores asistentes en el ambiente:

Área del ambiente: _____m³

Concentración de CO₂:

Hora	Concentración de CO ₂	Nivel de riesgo	Hora	Concentración de CO ₂	Nivel de riesgo
7 am			2 pm		
8 am			3 pm		
9 am			4 pm		
10 am			5 pm		
11 am			6 pm		
12 am			7 pm		
1 pm					

Bajo riesgo: < 700 ppm, Moderado riesgo: 700 - 800 ppm, Alto riesgo: 800 - 1000 ppm, Muy alto riesgo: >1000 ppm

3. Validación del instrumento

Juicio de Expertos

Identificación del Experto:

Profesión, grado académico:

Se solicita brindar su opinión sobre el instrumento de la investigación “**Factores relacionados a la concentración de dióxido de carbono ambiental en interiores de un hospital MINSA en la pandemia COVID-19, 2021**”. Deberá marcar con X en SÍ o NO por cada criterio, según su opinión.

CRITERIOS	Opinión		
	SÍ	NO	Observación
1. El instrumento permite recolectar información para brindar una respuesta al problema en estudio.			
2. Los objetivos de estudio pueden ser respondidos con el instrumento propuesto.			
3. El instrumento esta adecuadamente estructurado.			
4. La operacionalización de variables puede ser respondida mediante los ítems del instrumento.			
5. El desarrollo del instrumento se facilita con la secuencia presentada.			
6. Los ítems propuestos son entendibles y claros.			
7. Se presentan un número adecuado de ítems para su aplicación.			

Sugerencias para optimizar el instrumento:

Firma de Experto