

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CO₂ Y DE
VENTILACIÓN EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO DE
LA EMPRESA INSSMA S.A.C. SEGÚN LA DIRECTIVA
ADMINISTRATIVA 321 MINSA”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR

EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y
DE RECURSOS NATURALES

PRESENTADO POR

Bach. ROLMIER VILLEGAS PALOMINO

ASESOR:

Mstro. CESAR GUALBERTO VICTORIA BARROS

Callao, 2022

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 019-2021-CU



III CICLO TALLER PARA TITULACIÓN POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
ACTA N° 13 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

LIBRO.01 FOLIO No. 95 ACTA N° 13 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

A los 04 días del mes de junio, del año 2022, siendo las 21:25 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/jzj-qcyp-nzd>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de la Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

| | | |
|--------|----------------------------------|--------------|
| Mg. | Eduardo Valdemar Trujillo Flores | : Presidente |
| Mtro. | Abner Josué Vigo Roldán | : Secretario |
| MsC. | Alex Willy Pilco Nuñez | : Vocal |
| Mstro. | César Gualberto Victoria Barros | : Asesor |

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **VILLEGAS PALOMINO ROLMIER**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustenta el informe titulado "DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CO₂ Y DE VENTILACIÓN EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO DE LA EMPRESA INSSMA S.A.C. SEGÚN LA DIRECTIVA ADMINISTRATIVA 321 MINSA" cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044 2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **16** la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021

Se dio por cerrada la Sesión a las 22:15 horas del sábado 04 de junio del 2022.

Mg. Eduardo Valdemar Trujillo Flores
PRESIDENTE JURADO

Mtro. Abner Josué Vigo Roldán
SECRETARIO JURADO

MsC. Alex Willy Pilco Nuñez
VOCAL JURADO

DEDICATORIA

A mis padres con mucho cariño ya que son mi motivación para seguir avanzando en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco:

A mis padres, con su apoyo, logre tener los conocimientos y valores desde muy pequeño.

A la facultad de Ingeniería Ambiental que en sus aulas conocí el apasionante y fascinante mundo de la Ingeniería.

A la Universidad Nacional del Callao por darme la oportunidad de cursar estudios superiores y de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios superior.

Rolmier Villegas Palomino

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| INTRODUCCIÓN..... | VIII |
| I. ASPECTOS GENERALES..... | 10 |
| 1.1. Descripción General de la empresa | 10 |
| 1.1.1. Datos generales de la institución | 10 |
| 1.1.2. Reseña histórica de la empresa..... | 11 |
| 1.1.3. Actividades principales de la empresa | 12 |
| 1.2. Presentación..... | 13 |
| 1.3. Organización | 16 |
| 1.4. Descripción del área donde se realizó la experiencia profesional.... | 17 |
| 1.5. Funciones del Bachiller | 18 |
| II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL | 19 |
| 2.1. Descripción de la realidad problemática de la empresa | 19 |
| 2.2. Objetivos de la actividad profesional | 21 |
| 2.2.1. Objetivo General | 21 |
| 2.2.2. Objetivos Específicos..... | 21 |
| 2.3. Marco teórico..... | 24 |
| 2.3.1. Bases teóricas..... | 24 |
| 2.3.2. Antecedentes | 34 |
| 2.3.3. Marco conceptual..... | 37 |
| 2.3.4. Marco legal | 39 |

| | |
|--|----|
| 2.4. Descripción de las actividades desarrolladas..... | 43 |
| 2.4.1. Aspectos técnicos de las actividades profesionales..... | 44 |
| 2.4.2. Descripción de las actividades desarrolladas | 46 |
| 2.4.3. Resultados | 49 |
| 2.4.4. Cronograma de las actividades profesionales | 60 |
| III. APORTES REALIZADOS | 61 |
| 3.1. Aportes del Bachiller en la empresa..... | 61 |
| 3.2. Logros alcanzados | 63 |
| IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 64 |
| 4.1. Discusión..... | 64 |
| 4.2. Conclusiones..... | 65 |
| V. RECOMENDACIONES..... | 66 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA..... | 67 |
| ANEXOS..... | 72 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Número de personas por oficina | 19 |
| Tabla 2. Área de las oficinas administrativas | 20 |
| Tabla 3. Cantidad de personas adicionales por semana..... | 21 |
| Tabla 4. Niveles de calidad de aire interior | 28 |
| Tabla 5. Comparación de niveles aceptables..... | 29 |
| Tabla 6. Caudal de aire recomendado por RITE - España..... | 32 |
| Tabla 7. Concentración de dióxido de carbono según categorías..... | 33 |
| Tabla 8. Mediciones de ventilación y canal de ingreso de aire..... | 50 |
| Tabla 9. Calculo de caudal de aire exterior por persona | 52 |
| Tabla 10. Comparaciones de resultados con el valor mínimo recomendado | 53 |
| Tabla 11. Resultados y cálculos de las mediciones de dióxido de carbono | 57 |
| Tabla 12. Comparaciones de dióxido de carbono con LMP | 58 |
| Tabla 13. Cronograma de realización de actividades..... | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de la ubicación de la empresa INSSMA S.A.C..... | 11 |
| Figura 2. Mapa de procesos de trabajo..... | 14 |
| Figura 3. Organigrama de la empresa INSSMA S.A.C..... | 16 |
| Figura 4. Diagrama de Ishikawa..... | 22 |
| Figura 5. Reducción de capacidades cognitivas en función de dióxido de carbono | 31 |
| Figura 6. Mapa de procesos para el monitoreo..... | 48 |

INTRODUCCIÓN

La industria y el parque automotor son las fuentes emisión más intensivos CO₂ (Gentile et al., 2021), los cuales se dispersan a diferentes lugares por la acción del viento, cuando estos contaminantes se concentran en áreas cerradas tales como viviendas y oficinas con escasa ventilación generan riesgos sobre la salud. Las concentraciones de CO₂ en las oficinas son superiores a las concentraciones al aire libre (Sathis et al., 2012).

Ferreira, (2013) menciona que el nivel de la contaminación del aire dentro de los edificios es a menudo mayor que en el exterior y puede alcanzar cifras de dos a cinco veces, y ocasionalmente hasta cien veces, más altas que los niveles de contaminación en el exterior. Los niveles de contaminación del aire interior se vuelven más relevantes cuando consideramos que las personas generalmente pasan alrededor del 80.0% al 90.0% de su tiempo dentro de los edificios.

Chipana et al., (2020) menciona que la contaminación del aire es actualmente uno de los problemas más severos a nivel mundial. Las personas pasan el 90% de su tiempo en espacios interiores, por lo que una mala calidad de aire interior puede afectar de manera seria a su salud. La presencia de CO₂ puede ser usado para indicar la calidad del aire interior de un ambiente, ya que puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición.

Las altas concentraciones del CO₂ en los espacios interiores tienen un impacto negativo en la salud de las personas que laboran en dichos espacios. Para el cumplimiento de la Directiva Administrativa 321 - MINSA, se requiere tener niveles adecuados del CO₂, por ello se eligió estudiar y determinar las concentraciones del CO₂ y de ventilación en las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C.

El presente informe tiene la finalidad de determinar los niveles de CO₂ en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C., esta investigación ayudará a mitigar los niveles de CO₂ presentes en áreas cerradas. Los resultados obtenidos serán comparados con estándares internacionales establecidos para las concentraciones de CO₂ en ambientes de trabajo, emitidos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo del Gobierno de España. También se hará uso de la metodología NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health), en la se especifica la técnica y uso de los equipos de medición.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción general de la empresa

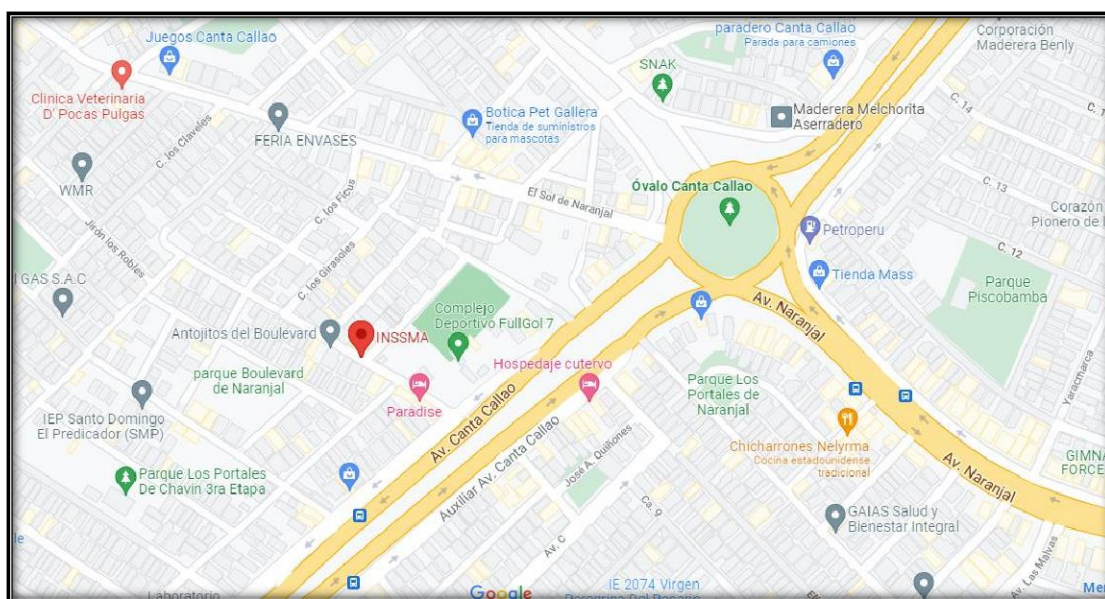
1.1.1. Datos generales de la institución

INSSMA S.A.C. es una empresa peruana que tiene como actividad principal brindar servicios de seguridad salud ocupacional y medio ambiente mediante y cuenta con acreditaciones ante los ministerios correspondientes. Esta empresa tiene como sede principal las instalaciones ubicadas en la Urb. La Riviera, del distrito de San Martín de Porres – Provincia de Lima, departamento de Lima. A continuación de muestra los datos y ubicación de la empresa en la Figura 1.

| | |
|----------------------|--|
| Razón Social: | INSSMA |
| RUC: | 20605658998 |
| Tipo de empresa: | Sociedad Anónima Cerrada |
| Condición: | Activo |
| Actividad Económica: | Consultoría en Seguridad, Salud y Medio Ambiente |
| Dirección Legal: | Mz. A Lt. 34 – Urb. La Riviera |
| Distrito / ciudad: | San Martín de Porres / Lima |
| Departamento: | Lima |

Figura 1

Mapa de la ubicación de la empresa INSSMA S.A.C.



Nota. Google, 2022.

1.1.2. Reseña histórica de la empresa

INSSMA S.A.C., fue constituida como empresa del rubro seguridad y salud ocupacional en el año 2018, con apoyo de ingenieros de saneamiento, ingenieros de seguridad, y medico ocupacional (INSSMA S.A.C., 2019).

Inicialmente se dedicó a realizar capacitaciones en materia de seguridad y salud para las empresas, e ingreso al rubro de monitoreos ocupacionales con la finalidad de brindar el servicio a todos sus clientes que entonces lo pedían. A medida que pasaron los años adquirió equipamiento y experiencia con la cual se abrió los rubros de ambiental y saneamiento, con lo que hasta la fecha va trabajando con la amplia cartera de clientes fieles los cuales demuestran que INSSMA S.A.C. es una empresa responsable con los trabajos encomendados (INSSMA S.A.C. 2019).

Actualmente la empresa posee 3 áreas de proyectos las cuales son:

- A. Seguridad y salud ocupacional
- B. Saneamiento ambiental
- C. Estudios ambientales

1.1.3. Actividades principales de la empresa y/o institución

INSSMA S.A.C. brinda servicios a nivel nacional de monitoreos ocupacionales, monitoreos ambientales, capacitaciones en seguridad y salud, saneamiento ambiental, vigilancia médica. Asimismo, mediante sus acreditaciones ante Ministerio de Salud, Ministerio de Producción, esta empresa se destaca por brindar servicios de calidad aplicando metodología actualizada y equipos que cumplen con las normativas internacionales, presentando informes entendibles con aplicación de ingeniería avanzada en cada área respectiva. INSSMA S.A.C, está conformada principalmente por las siguientes divisiones:

- A. División de salud ocupacional
- B. División de estudios ambientales
- C. División de saneamiento ambiental
- D. División de capacitaciones

1.2. Presentación

Visión

INSSMA S.A.C. se proyecta ser la empresa consultora modelo a nivel nacional, basándose en la calidad de sus servicios brindados, experiencia técnica, ética, y lograr par el 2025 que el mayor número de empresas implementen en su organización política sobre prácticas ambientales, políticas de seguridad y salud en el trabajo y la responsabilidad social, para lograr el verdadero desarrollo sostenible.

Misión

Brindar servicios de calidad, informes y estudios de alto valor con el uso de alta tecnología actualizada, metodologías vigentes, y comunicación directa, efectiva y constante con nuestros clientes y socios estratégicos (INSSMA S.A.C., 2019).

Valores

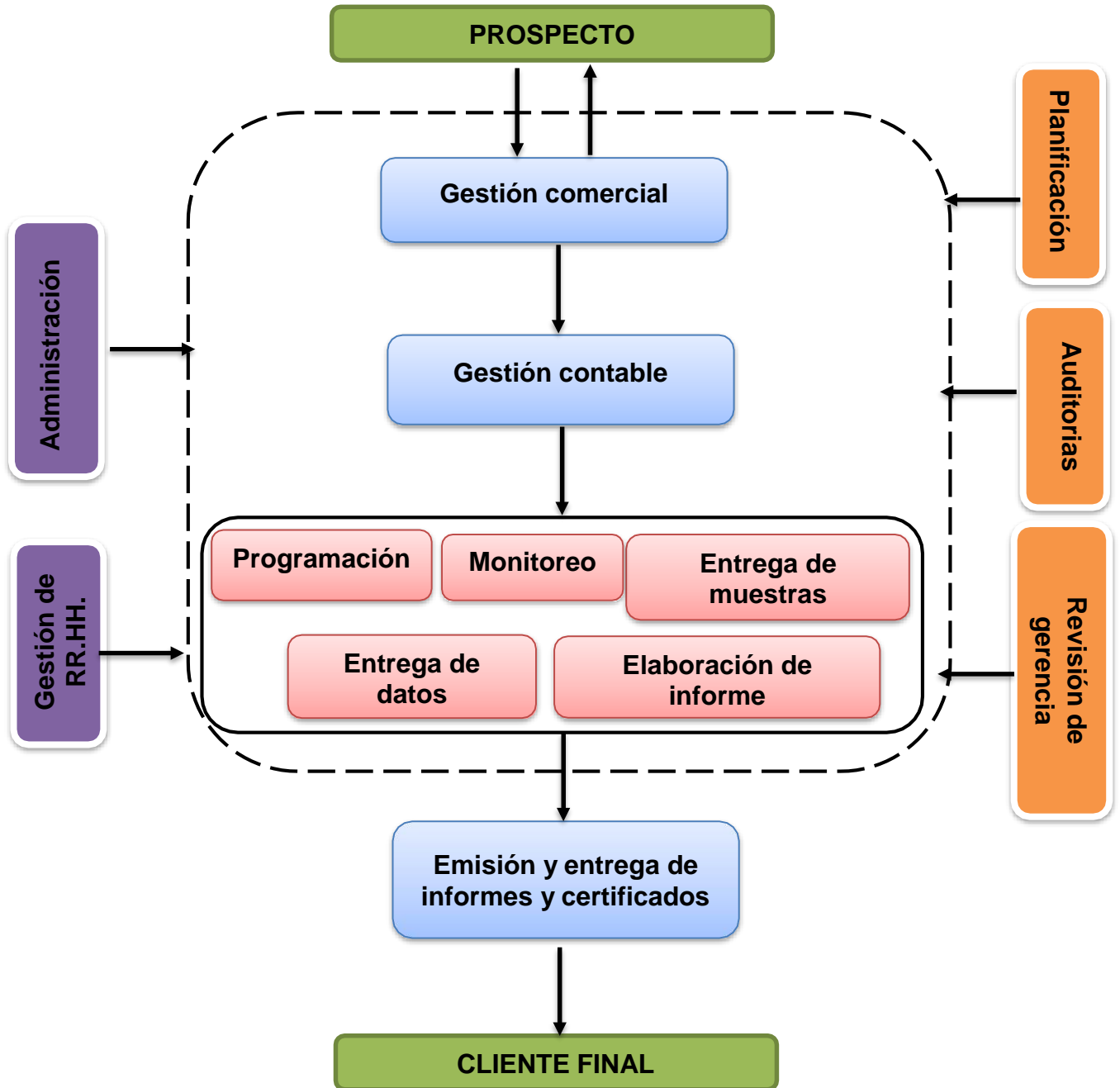
Los trabajadores de nuestra empresa deben estar formados con nuestros valores tales como, Honestidad, Responsabilidad, puntualidad y trabajo en equipo. Estos valores son los que se ha escogido con la finalidad de crear un ambiente de trabajo adecuado y con la mejora continua para todos nuestros trabajadores (INSSMAS.A.C., 2019).

Mapa de procesos

La empresa integra y alinea los procesos que le permiten lograr resultados planificados, ya que enfoca y prioriza sus responsabilidades de mejora continua. Figura 2.

Figura 2

Mapa de procesos de trabajo



Nota. INSSMA S.A.C., 2019.

Política

Los servicios que desarrolla la empresa, en los ámbitos de consultoría en salud ocupacional y medio ambiente deberán satisfacer los requerimientos de sus clientes y usuarios, ajustándose a las condiciones establecidas en los respectivos contratos o convenios, por lo que se tiene las siguientes políticas a nivel corporativo (INSSMA, 2019).

- a) Política ambiental y de seguridad y salud ocupacional
- b) Política de alcohol, drogas y fumar
- c) Política de calidad
- d) Política de imparcialidad, independencia y confidencialidad
- e) Política de inclusión
- f) Política contra el hostigamiento sexual en el trabajo

Política de calidad

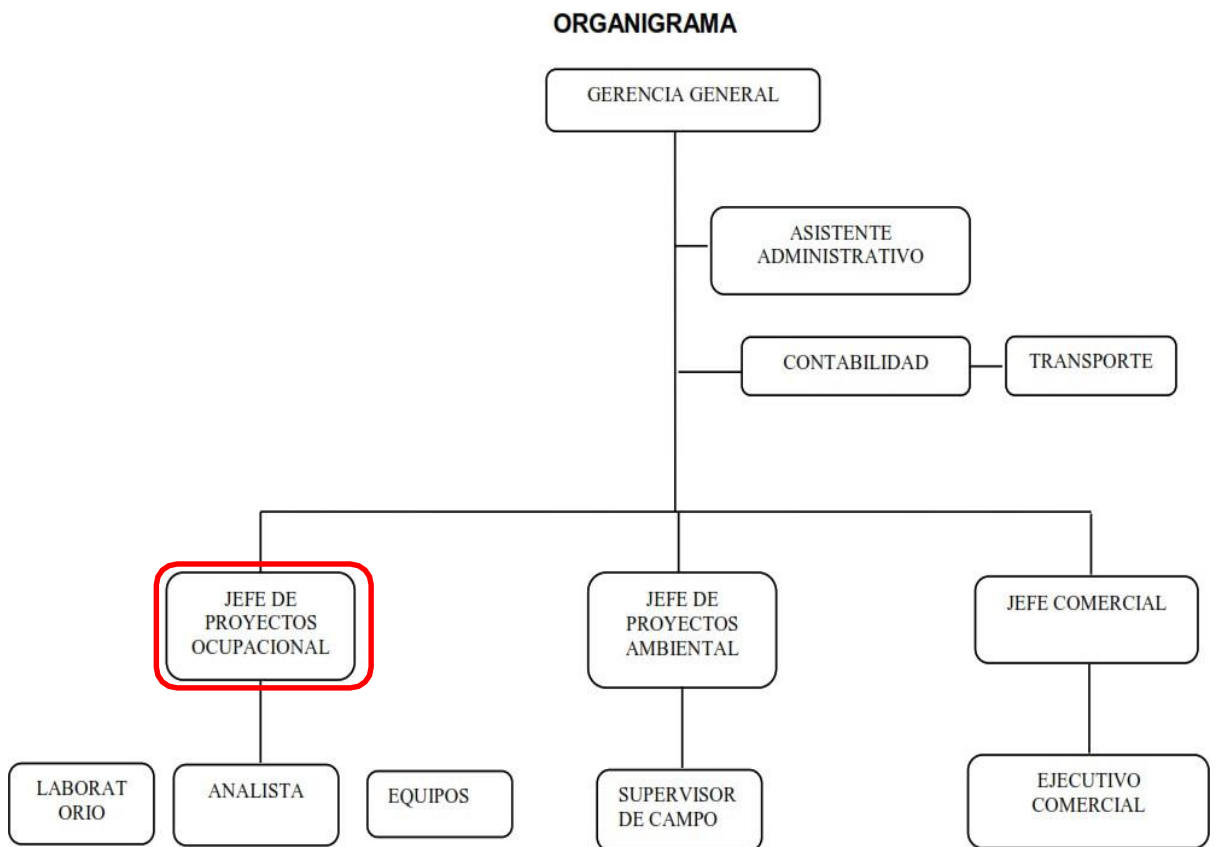
- a) Brindar a los clientes servicios de calidad en contenido e información.
- b) Cumplir con las normas y disposiciones legales vigentes respecto a cada servicio brindado.
- c) Brindar trato justo y esmerado a todos los clientes en sus llamadas, en sus solicitudes y reclamos considerando que el fin de la empresa es el servicio a la comunidad.
- d) Formar alianzas estrategias con nuestros clientes para darle seguimiento del servicio brindado.
- e) Facilitar y promocionar cursos de capacitación enfocados en la seguridad, salud y medio ambiente de nuestros clientes y colaboradores.
- f) Todos nuestros colaboradores deberán asistir a los cursos de capacitación brindados por nuestra empresa.
- g) Todos nuestros colaboradores deben mantener un comportamiento ético.
- h) Realizar nuestro trabajo con el mayor respeto y ética posibles.

- i) Todo supervisor o encargado deberá fomentar en sus empleados el espíritu de trabajo.

1.3. Organización

Figura 3

Organigrama de la empresa INSSMA S.A.C.



La división de salud ocupacional consta de 3 áreas (laboratorios, analistas y equipos), está conformada por 5 trabajadores y 1 jefe los cuales desarrollan los proyectos encomendados por el área comercial y de administración, como homologos se tiene al área de proyectos ambientales y al área de saneamiento ambiental. En dicha área se desarrollaron las actividades laborales de la experiencia profesional como bachiller en ingeniería ambiental y recursos naturales durante el periodo del año 2019 al 2022. En la Figura 3 se muestra el organigrama de la empresa.

1.4. Descripción del área donde se realizó la experiencia profesional

La división de salud ocupacional, estos proyectos son asignados por el área comercial de la empresa, la división de salud ocupacional se encarga de coordinar con el cliente todos los pormenores de la visita a campo, designa el personal que estará encargado de la realización del proyecto tanto en trabajo de campo y elaboración de informes. El trabajo consiste en evaluar, elaborar y culminar.

El presente estudio se realizó en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C., en las áreas de gerencia, proyectos ambientales, proyectos ocupacionales, proyectos de saneamiento y laboratorio. El área de gerencia es la encargada de gestionar y coordinar con todas las áreas las facilidades para la realización de los proyectos. El área administrativa se encarga de las cotizaciones, gestión económica y de recursos humanos. Y por último el área proyectos es la encargada de la gestión total de los proyectos lo que incluye evaluaciones, elaboración y finalización de trabajos.

El área de estudio está ubicada en el tercer piso de una vivienda multifamiliar, departamento B 302, ubicada en la Urb. La Riviera Mz. A Lt. 34 del distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima.

1.5. Funciones del Bachiller

El desempeño de la experiencia laboral se desarrolló en el área de Salud Ocupacional, bajo el cargo y supervisión del jefe del área de saneamiento y apoyo del área de proyectos ambientales, durante el periodo del año 2018 al 2022, el cual reporta sus actividades al coordinador del área y que a su vez supervisa al auxiliar de campo.

Responsabilidades

Implementar, ejecutar, mantener y mejorar la gestión de elaboración de los proyectos encomendados al área.

Funciones

- a) Cumplir y hacer cumplir la ejecución de proyectos en el tiempo establecido.
- b) Coordinar con las áreas encargadas (laboratorio, almacén, administración) con la finalidad de culminar los proyectos de campo.
- c) Delegar actividades a los colaboradores pertenecientes al área de proyectos.
- d) Revisar los informes de monitoreo (físico y digital).
- e) Emisión de producto terminado (informe y CD).
- f) Atender quejas y reclamos de los clientes.
- g) Levantar observaciones.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1. Descripción de la realidad problemática de la empresa

Las actividades administrativas que realiza la empresa INSSMA S.A.C. genera aglomeración de personas en las oficinas, en los cuales hay mayor concentración de CO₂ que en espacios abiertos. Por tanto, es fundamental realizar periódicamente monitoreos de los niveles CO₂ en las oficinas con la finalidad de reducir riesgos en la salud.

El crecimiento de la empresa INSSMA S.A.C., hizo que se implementaran nuevas áreas laborales y oficinas para cada área, y por lo tanto el incremento de personal en cada área. Esto ha llevado a aglomeración de personal en algunas oficinas administrativas y consecuentemente al mayor incremento de exhalaciones de CO₂, lo que conlleva a una saturación del aire y posibles contagios virales.

Tabla 1

Número de personas por oficina

| Oficina | Número de Personas |
|---------------------------|--------------------|
| Gerencia y Administración | 1 |
| Proyectos Ocupacional | 4 |
| Proyectos Ambientales | 4 |
| Proyectos Saneamiento | 3 |
| Laboratorio | 1 |

Tabla 2*Área de las oficinas administrativas*

| Oficina | Área m ² |
|---------------------------|---------------------|
| Gerencia y Administración | 14.52 |
| Proyectos Ocupacional | 14.92 |
| Proyectos Ambientales | 9.72 |
| Proyectos Saneamiento | 10.2 |
| Laboratorio | 9.3 |

En la tabla 2 muestra las áreas en m² de cada oficina, se adjunta en el plano de distribución en el anexo 5.

Las oficinas de INSSMA S.A.C., están ubicadas en el tercer piso, no cuenta con aire acondicionado, tampoco existe ventilación artificial. En época de invierno los trabajadores cierran las ventanas para evitar el frío, esto causa que no haya circulación de aire y por ende una acumulación y contracción de CO₂ por las exhalaciones de los trabajadores.

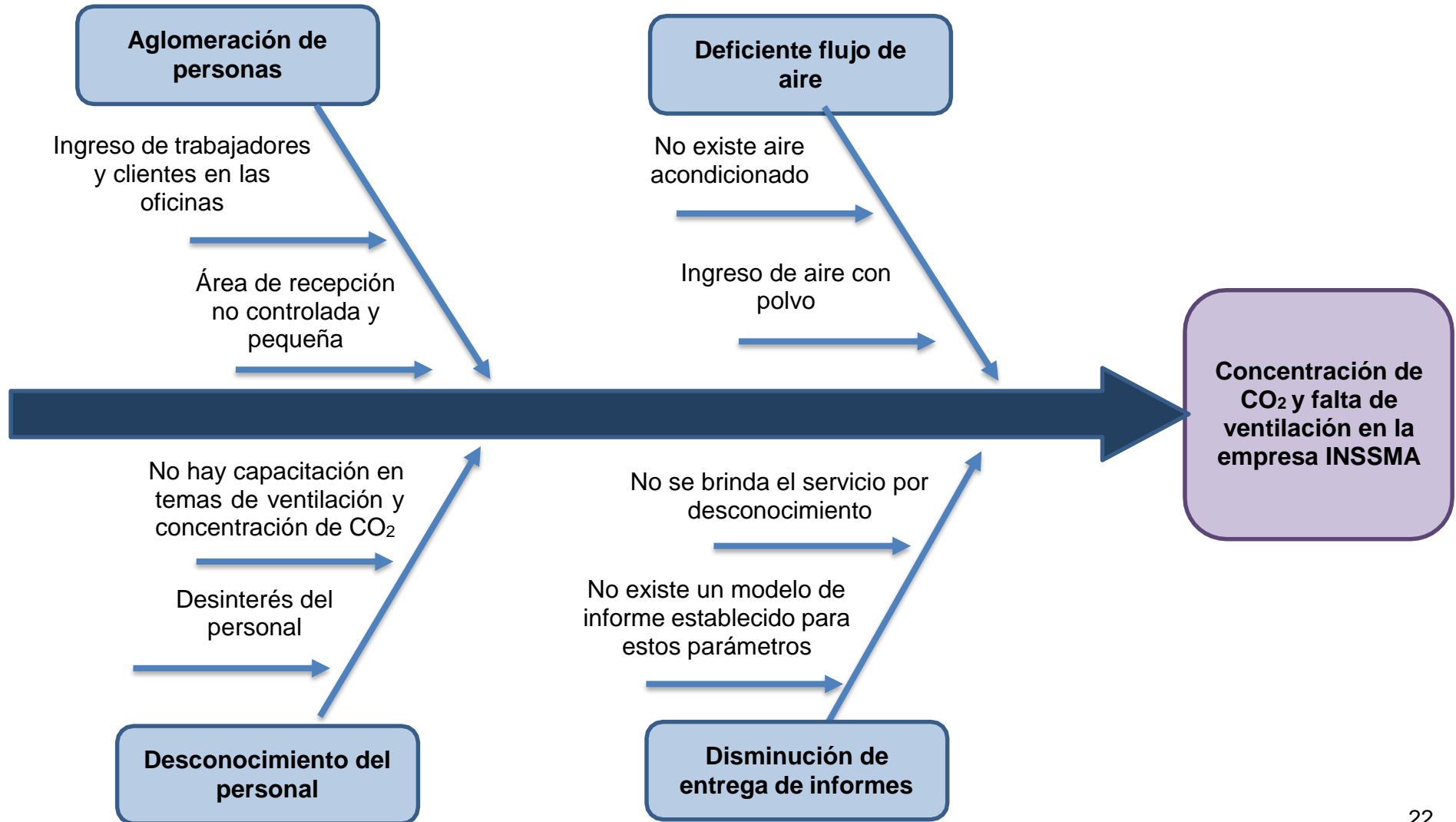
El incremento del personal adicional se da cuando a las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C. llegan clientes y proveedores que son recibidos en el área de recepción y en algunos casos ingresan hasta las áreas de proyectos donde forman aglomeraciones durante un tiempo prolongado.

Tabla 3*Cantidad de personas adicionales por semana*

| Oficina | Cantidad de personas adicionales promedio por semana |
|---------------------------|--|
| Gerencia y Administración | 5 |
| Proyectos Ocupacional | 3 |
| Proyectos Ambientales | 4 |
| Proyectos Saneamiento | 2 |
| Laboratorio | 1 |

Figura 4

Diagrama de Ishikawa



2.2. Objetivos de la actividad profesional

2.2.1. Objetivo General

Determinar los niveles de CO₂ y ventilación en las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C., según la directiva administrativa 321 MINSA.

2.2.2. Objetivos Específicos

- a) Monitorear los niveles de ventilación en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. y compararlos con los valores límite permisible.

- b) Monitorear los niveles CO₂ en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. y compararlos con los valores límite permisible.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Bases teóricas

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro e inodoro que se forma en todos aquellos procesos en que tiene lugar la combustión u oxidación de sustancias que contienen átomos de carbono, donde uno de los principales procesos de su generación es el metabolismo biológico en las personas (NTP 549, 2000).

Dióxido de carbono como contaminante

El dióxido de carbono (CO₂) es un asfixiante simple que actúa básicamente por desplazamiento del oxígeno y que a elevadas concentraciones (>30.000 ppm) puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición. Es un componente del aire exterior en el que se encuentra habitualmente a niveles entre 300 y 400 ppm, pudiendo alcanzar en zonas urbanas valores de hasta 550 ppm. El valor límite de exposición profesional (LEP-VLA) del INSHT para exposiciones diarias de 8 horas es de 5.000 ppm con un valor límite para exposiciones cortas de 15 minutos de 15.000 ppm. Estos valores son difíciles de encontrar en ambientes interiores no industriales como son oficinas, escuelas y servicios en general. En la práctica, en estos recintos se encuentran valores de 2.000 y hasta 3.000 ppm (NTP 549, 2000).

Medidores de dióxido de carbono

Es una herramienta que se utiliza para la medición de CO₂ en un entorno definido. Regularmente los dispositivos relacionan el CO₂ en partes por millón (ppm) en los espacios donde se concentra este gas y obtenemos la concentración en el aire que inhalamos. Estos modelos de mediciones se han transformado en un elemento indispensable para un medio como el actual (Castañeda et al., 2020).

Ventilación

Por teoría de la ventilación entendemos la renovación del aire de una habitación o recinto cerrado mediante la conexión con el entorno exterior, la renovación del aire necesita de una abertura para el ingreso del aire y otra para la extracción o salida de este (Morales, 2018).

Ludeña (2021), explica que la ventilación ayuda a los seres humanos a resolver funciones vitales, como por ejemplo la provisión de oxígeno para respirar y el control del calor que producen, dándoles condiciones de confort e impactando directamente en la temperatura del aire, la velocidad de este, la humedad y la dilución de olores desagradables. Por otra parte, esta técnica (ventilación) permite el control del calor, los niveles permisivos de toxicidad y la potencial explosividad del ambiente.

Aerosol

Un aerosol es una suspensión de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso, generalmente 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 en ese aire durante un periodo de tiempo variable, que va desde segundos las más grandes hasta horas las más pequeñas 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 (INSST, 2020).

Bioaerosol

Microrganismos suspendidos en el aire está vivo o es producto de los seres vivos. Pueden ser esporas de hongos, polen, bacterias, algas, protozoos, ácaros del polvo, virus, agregados biológicos y productos y subproductos adheridos a partículas no biológicas. La presencia de bioaerosoles en el medio ambiente puede causar problemas respiratorios, sequedad de garganta y picazón en los ojos. El tamaño de estas partículas biológicas varía de 0,5 a 30 μm (ROSA et al., 2002).

Síndrome del edificio enfermo

El SEE es un fenómeno reconocido internacionalmente y se estima que afecta a más de 50 millones de personas en todo el mundo. Cuando un número considerable de ocupantes de un edificio presenta síntomas que no responden a ningún patrón de enfermedad, y es muy difícil de caracterizar, el problema puede ser SEE (Presti, 2011).

NIOSH (Instituto Nacional de Salud Ocupacional de Estados Unidos) y la OMS (Organización Mundial de la Salud) sostiene que el edificio es sospechoso de padecer el Síndrome del Edificio Enfermo cuando por lo menos el 20 por ciento de los ocupantes presentan quejas de múltiples problemas crónicos de salud tales como dolor de cabeza, fatiga, sequedad y dolor de garganta, irritación de ojos, picazón de piel, náuseas, dificultades en la respiración, mareos, y / o síntomas parecidos a resfríos o gripe que no sugieren ningún diagnóstico médico o etiología específica. En los casos típicos, el ocupante se queja de una amplia variedad de síntomas que cree de algún modo se relaciona con el lugar donde trabaja. Esta multiplicidad de síntomas es un factor clave en el diagnóstico de un caso de Síndrome del Edificio Enfermo. Otro de los factores clave es si los síntomas desaparecen cuando la persona sale del edificio y reaparecen cuando vuelve y permanece en el lugar.

En 1989, un informe de la EPA al Congreso de Estados Unidos, concluye que mejorando la calidad de aire interior, se puede obtener como resultado un aumento de la productividad y una reducción del ausentismo laboral. En el informe se estima que una calidad de aire interior deficiente puede costar a la nación decenas de miles de millones de dólares por año, en pérdidas de productividad y servicios médicos (Murphy, 2006).

Concentración de contaminantes en ambientes cerrados

Moran (2017), En su artículo científico estudia la calidad de aire interior de un edificio enfermo en la ciudad de Trujillo. Toma como referencia las concentraciones de contaminantes emitidas en la guía de calidad de aire interior, esquema para oficinas y locales públicos, 2003.

Tabla 4*Niveles de calidad de aire interior*

| Parámetro | Unidad | Promedio de 8 horas | |
|---|--------------------------|---------------------|---------|
| | | Excelente | Bueno |
| Temperatura ambiente | °C | C 20 to < 25.5 | <25.5 |
| Humedad relativa | % | 40 to < 70 | <70 |
| Movimiento de aire | m/s | <0.2 | <0.3 |
| Dióxido de carbono | ppm | <800 | <1,000 |
| Monóxido de carbono | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <2,000 | <10,000 |
| | ppm | <1.7 | <8.7 |
| Partículas suspendidas (PM10) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <20 | <180 |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <40 | <150 |
| Dióxido de nitrógeno | ppb | <21 | <80 |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <50 | <120 |
| Ozono | ppb | <25 | <61 |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <30 | <100 |
| Formaldehido | ppb | <24 | <81 |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <200 | <600 |
| Total de compuestos orgánicos volátiles | ppb | <87 | <261 |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | <150 | <200 |
| Radón | Bq/m ³ | <150 | <200 |
| Bacterias en el aire | CFU/m ³ | <500 | <1000 |

Nota. Guía de calidad de aire interior – esquema para oficinas y locales públicos, 2003.

En el libro (Sick Building Syndrome: in Public Buildings and Workplaces). Los autores hacen una comparación de niveles límites tolerables establecidos por distintas fuentes, la que se presente en el siguiente cuadro.

Tabla 5*Comparación de niveles aceptables*

| Contaminante | Nivel aceptable | Referencia |
|----------------------|---|---|
| Monóxido de carbono | 60 mg/m ³ (50 ppm) 30 min 40 mg/m ³ (35 ppm) 1 hora | Lineamiento para calidad de aire Europa (OMS) Estándares americanos de calidad de aire |
| Dióxido de carbono | 500 ppm para 8 hr <1,800 mg/m ³ <800 ppm | ASHRAE OMS TS 12281 |
| Dióxido de nitrógeno | 150 µg/m ³ (0.08 ppm) 1 hr 400 µg/m ³ (0.08 ppm) 24 hr 100 ppb 1hr <0.05 ppm | Lineamiento para calidad de aire Europa OMS NAAQS, 1990 TS 12281 |
| Dióxido de sulfuro | <0.5 mg/m ³ para un corto tiempo de exposición 75 ppm 1 hr 0.14 ppm 24 hr | OMS NAAQS, 1990 |
| Benceno | Sin nivel aceptable <0.1 mg/cm ³ | OMS TS 12281 |
| Formaldehido | <0.1 mg/m ³ (0.08 ppm) 30 min 120 µg/m ³ permanente 0.75 ppm 8 hr 0.016 ppm <0.065 ppm | OMS ASHRAE OSHA TS 12281 |
| Ozono | 150-200 µg/m ³ (0.076-0.1 ppm) 1 hr 100-120 µg/m ³ (0.05-0.06 ppm) 8 hr 0.05 ppm-0.075 ppm (2008 std) 8 hr | OMS ASHRAE |
| Radon | <0.12 mg/cm ³ 100 Bq/m ³ 1 año 2 pCi/L 148 Bq/m ³ 400 Bq/m ³ | OMS ASHRAE EPA TAEK |
| Asbesto | Sin nivel aceptable 0.6 fibra/cm ³ / 8hr crisolito 0.3 fibra/cm ³ / 8h otros 0.21 fibras/cm ³ / 8h | OMS OSHA |

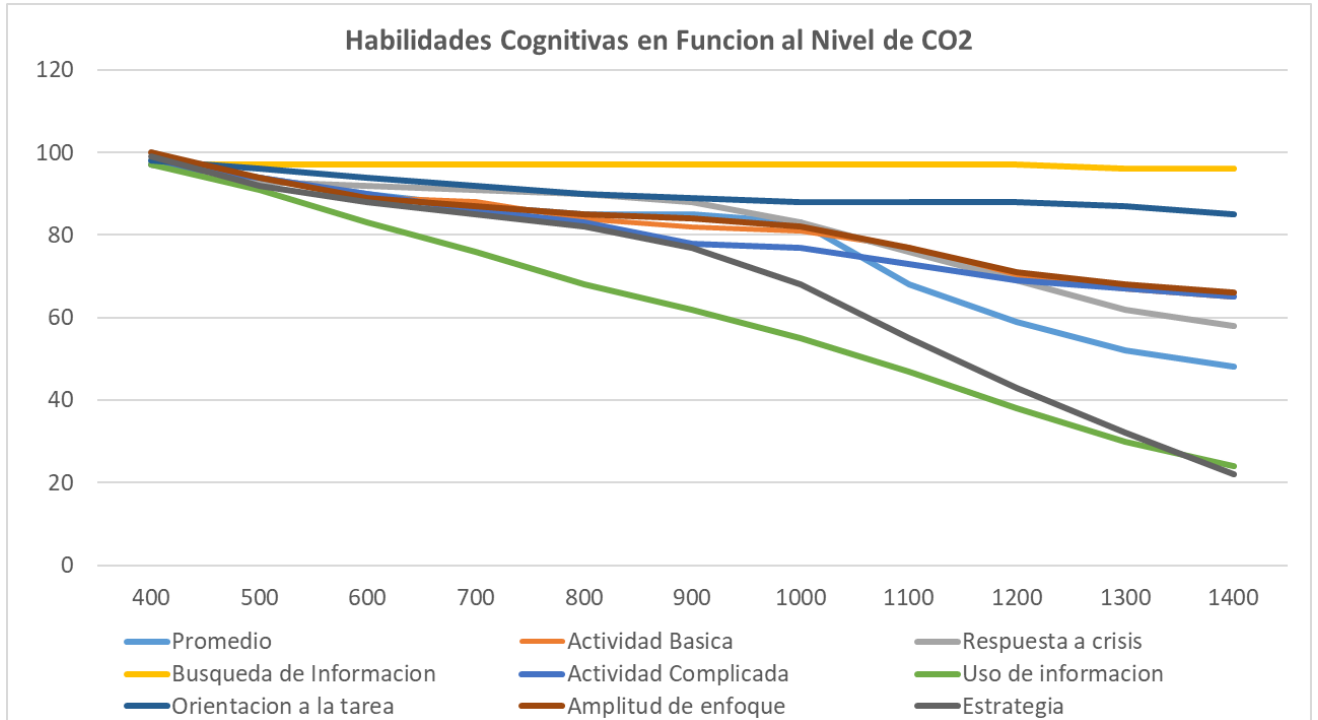
Nota. Abdul-Wahab, S. (2011)

Niveles de dióxido de carbono como indicador de calidad de aire

El Instituto Nacional de Ciencia y Salud Ambiental (NIEHS), en su estudio del 2015, analizó los efectos de la calidad de aire interior en las capacidades cognitivas de los trabajadores. Los resultados del estudio del NIEHS muestran cómo las habilidades cognitivas disminuyen con el aumento del dióxido de carbono en el aire interior. Este hallazgo muestra que, por ejemplo, las habilidades estratégicas disminuyen en un 20% en el aire interior con una concentración de 1400 ppm de CO₂, en comparación con el nivel normal en el exterior de 400 ppm. Algunas de las habilidades más mecánicas, como la búsqueda de información y la orientación a la tarea, no se vieron muy afectadas. Sin embargo, las habilidades cognitivas que requieren una aplicación más avanzada de la información, como la respuesta a las crisis, el uso de la información y la estrategia, son las más afectadas. El estudio muestra claramente que la realización de tareas más avanzadas se vuelve mucho más difícil cuando aumentan los niveles de dióxido de carbono, tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Reducción de capacidades cognitivas en función de dióxido de carbono



El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en España, clasifica la calidad del aire interior (IDA, por sus siglas en inglés) Indoor Air, en cuatro categorías, en función del uso de los edificios, proponiendo en cada caso un caudal de aire exterior por persona tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6*Caudal de aire recomendado por RITE - España*

| 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 |
| 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. (INSST, 2020).

El RITE exige 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, y dicha IDA es la recomendada en la situación actual de transmisión del virus para espacios cerrados (INSST, 2020).

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 tal como se muestra en la Tabla 7 (INSST, 2020).

Tabla 7

Concentración de dióxido de carbono según categorías

| Categoría | Concentración de CO ₂ en ppm |
|-----------|---|
| IDA 1 | 350 |
| IDA 2 | 500 |
| IDA 3 | 800 |
| IDA 4 | 1200 |

Nota. (INSST, 2020)

2.3.2. Antecedentes

Chipana, et al (2020) evaluaron la concentración de CO₂ en los anteriores de la universidad Peruana Unión y su influencia sobre la salud de los estudiantes. Tuvieron como objetivo conocer medir los niveles de CO₂ en 10 aulas en determinados tiempos durante 1 mes, escogieron aulas con variaciones en el flujo de ventilación. Una vez que culminaron con la toma de datos, procesaron la información y llegaron a las siguientes conclusiones: a) la cantidad de alumnos es la variante principal de los niveles de CO₂, temperatura y humedad relativa, b) a mayores niveles de CO₂ disminuía la calidad de aire, c) a menor flujo de aire en las aulas se percibía alumnos somnolientos.

Morales (2018) evaluó la calidad de aire interior en salas de clases en la Universidad Técnica Federico Santa María, específicamente evaluó la sala N° 122, para lo cual realizó las mediciones de caudal de extractores, temperatura, nivel de oxígeno en la sangre, humedad relativa y CO₂ en tres puntos diferentes del aula durante una semana, estas mediciones se llevaron a cabo con y sin alumnos para comparar la diferencia de valores obtenidos. Uno de sus objetivos principales fue determinar la renovación de aire del salón de clases por cada hora, además de los otros parámetros y compararlos con estándares nacionales e internacionales con lo cual pueda recomendar medidas de control. Sus resultados concluyeron que a) conforme pasa el tiempo en el aula de clase, el nivel de oxígeno en la sangre de los estudiantes tiende a bajar de los estándares aceptables por la OMS, b) el nivel de saturación de oxígeno en la sangre es directamente proporcional a la concentración de CO₂ en el tiempo. Por consiguiente recomienda el mantenimiento de los extractores de aire en las aulas y su continuo funcionamiento para mantener la confortabilidad de la sala de clase.

Moran et al (2017) estudiaron la calidad del aire interior de posibles edificios en la ciudad de Trujillo. Se estudió 5 edificios los cuales estaban cercanos a una zona industrial la cual emitían partículas de polvo y posibles gases. Se encuestó a 1500 participantes que Vivian en estos edificios, además de evaluar los niveles de CO₂ en varios puntos de cada edificio. Se llegó a la conclusión de que a) a menor ventilación, mayor incidencia del síndrome de edificio enfermo, mayor incidencia de cefaleas, b) se encontró también contaminantes como asbesto, partículas de madera y formaldehido, c) a mayor incidencia de partículas, asbesto y formaldehido, mayor índice de edificio enfermo, d) el CO₂ emitidos por actividades del ambiente externo no influye en el índice de edificio enfermo, e) a mayor actividad industrial en los edificios, mayor índice que edificio enfermo.

García et al. (2019) estudiaron la calidad de aire en las salas de Cine Star sede San Juan de Lurigancho en la que se midió CO₂, humedad relativa, temperatura y oxígeno. Se calculó las proporciones y concentraciones de los agentes. Los resultados muestran que las concentraciones alcanzan magnitudes tres veces mayores a las recomendadas por la OMS de 1000 ppm de dióxido de carbono, mientras que el oxígeno se mantuvo en promedio de 20% en volumen cumpliendo la norma americana. La humedad alcanzo un máximo de 65% por lo que no cumple con los requisitos de la norma de la OMS-2015, mientras que la temperatura se mantuvo en 30 °C, cuando la sala estaba llena de usuarios. Los resultados de este trabajo son de extrema importancia para sugerir cambios en los diseños y ventilación de las salas de cine. Los resultados se analizaron usando la herramienta estadística Minitab, con un 95% de confianza se realizó la prueba Z para comparar la media de los resultados obtenidos con los estándares internaciones.

Argunhan et al. (2018) estudio los niveles de CO₂ en la Universidad Central del estado de Batman en Turquía, ubicando dos puntos de monitoreo en facultades con diferentes características, una de ellas más expuesta a tráfico que estaba ubicada cerca de una avenida principal de la ciudad y la otra rodeada de otras facultades que estaba ubicada en la parte central de la universidad donde no había presencia de vehículos. Las evaluaciones fueron realizadas en invierno y en verano por un periodo de monitoreo de 1 mes en cada estación. Ambas facultades tenían las cantidades de alumnos similares y se muestreo las aulas de clase que tenían la misma cantidad de alumnos, e muestreo se realizó con 02 equipos de monitoreo de gas tomando lecturas al mismo momento. Se concluyó que la concentración de CO₂ es directamente proporcional a la cantidad de alumnos que se encontraban en las aulas, el nivel de CO₂ variaba según la cantidad de ventanas abiertas, para una de las aulas el valor de CO₂ aumentaba ya que estaba expuesta a los gases emanados por lo vehículos.

Quispe (2020), en su estudio de calidad de aire interior en las oficinas de la municipalidad provincial de Tocache, realizo mediciones de CO₂ y ventilación por un tiempo de 8 horas diarias por 15 días, los parámetros adicionales que se evaluaron fueron de temperatura, humedad relativa y velocidad de viento, una vez obtenido los datos se realizó un promedio y se interrelacionaron, se tomó en cuenta la humedad relativa del ambiente ya que este es un factor predominante en el clima de la amazonia peruana. Al final del estudio se logró determinar si estos parámetros eran directa o inversamente proporcionales.

2.3.3. Marco conceptual

Dióxido de carbono

Es un gas sin color, olor ni sabor, que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural. No es tóxico y desempeña un papel fundamental en el ciclo del carbono en la naturaleza (Echarri, 2007).

Detector de gases CO₂

Un detector de gas es un aparato que cuenta con sensores que detectan la presencia de gas en el aire y que, a una determinada concentración, emite una señal óptica – acústica (Echarri, 2007).

Ventilación

Renovación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire (Lozano, 2010).

Flujo de aire

Es el movimiento de aire entre dos puntos, como resultado de una diferencia de presión entre estos, con la dirección de flujo siempre siendo del punto de mayor a menor presión (Lozano, 2010).

Velocidad de flujo de aire

Es la distancia que recorre una masa de aire en una unidad de tiempo, se expresa en m/s, Km/h (Lozano, 2010).

Anemómetro

Es un instrumento para medir la velocidad o rapidez de los gases ya sea en un flujo contenido, como el flujo de aire en un conducto, o en flujos no confinados, como un viento atmosférico (Omega, 2010).

Sensor

Un sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida (Omega, 2010).

Calibración

La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia o estándar (ISO 17025).

Exposición ocupacional

Es la presencia de un agente químico en el aire en la zona de respiración del trabajador (ACGIH, 2020).

Índice de exposición

Relación entre la concentración medida dividida entre el límite máximo permisible (ACGIH, 2020).

Límite máximo permisible (LMP)

Es la concentración límite que no deberá de superarse para un periodo de 8 horas de trabajo (ACGIH, 2020).

TWA

Media moderada en el tiempo (Time Weighted Average). Para comparar con el promedio ponderado en el tiempo de exposición a concentraciones individuales durante toda una jornada de trabajo (ACGIH, 2020).

Jornada de trabajo

Según el Ministerio de Trabajo, se entiende por jornada de trabajo el tiempo durante el cual el trabajador se encuentra a su disposición del empleador a fin de cumplir con la prestación de servicios a la que se encuentra obligado en virtud del contrato de trabajo celebrado (INSSMA, 2019).

Concentración ponderada para 8 horas

Es la concentración media del agente en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada estándar de 8 horas diarias (ACGIH, 2020).

2.3.4. Marco legal

LEY N° 29783 - Ley de seguridad y salud en el trabajo

La Ley N° 29783 trabaja la seguridad y salud en el trabajo. Su objetivo es promover la prevención de los riesgos que se puedan producir en las organizaciones. Esta ley tiene la obligación de plantear medidas preventivas, principalmente, para los trabajadores. Aunque también se puede incluir el control del Estado, la fiscalización y la participación de los trabajadores mediante las organizaciones sindicales, estos últimos utilizan el diálogo social, comprueban el cumplimiento de las normas de la ley y la información.

La Ley N° 29783 incluye diferentes formalidades y obligaciones que los trabajadores deben cumplir para prever los daños en salud, accidentes y las incapacidades.

La Ley N° 29783 puede aplicarse a cada uno de los sectores económicos y de servicios que existen, protegiendo a cada trabajador bajo un régimen de actividad laboral privada en todo el territorio nacional,

funcionarios del sector público, empleados de las Fuerzas Armadas y de la Policía y los empleados por cuenta propia.

Artículo 36.- Servicios de seguridad y salud en el trabajo

e) Asesoramiento en materia de seguridad e higiene en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva.

g) Fomento en la adaptación del trabajo a los trabajadores.

i) Colaboración en la difusión de informaciones, en la formación y educación en materia de salud e higiene en el trabajo y de ergonomía.

Artículo 50.- Medidas de prevención facultadas al empleador

Eliminar las situaciones y agentes peligrosos en el centro de trabajo o con ocasión del mismo y, si no fuera posible, sustituirlas por otras que entrañen menor peligro.

Artículo 56. Exposición en zonas de riesgo

El empleador prevé que la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales concurrentes en el centro de trabajo no generen daños en la salud de los trabajadores.

LEY N° 30222. Modificación de la Ley N°29783

La ley N° 30222 tiene el objetivo de modificar diferentes artículos de la ley de seguridad y salud en el trabajo la ley N° 29783 con el fin de facilitar la implementación, manteniendo el nivel efectivo de protección de la seguridad y la salud, además de reducir costos para las organizaciones y los incentivos de informalidad.

Se modifican los siguientes artículos: 12, 26, 28, 32 inciso d) del artículo 49, 76 y la cuarta disposición complementaria de la ley N° 29783.

La ley N° 29783 ha sido modificada por la ley N° 30222, gracias a esta modificación se corrigen sobrecostos y excesos que la ley N° 29783 exigía y que no responde a la realidad económica que se vive en Perú.

Con todos los cambios que se han aprobado, varios de los cuales han sido formulados por la Cámara de Comercio de Lima, en los que se corrigen parte de los sobrecostos y los excesos de la ley N° 29783, que fue hecha para países desarrollados y no para nuestra realidad empresarial, sobre todo para las pymes que constituyen la mayoría de las unidades productivas del país, según comentó Víctor Zavala el gerente de la Cámara de Comercio de Lima.

DS N° 006-2014 TR, Reglamento de seguridad y salud en el trabajo para la Ley N° 30222.

Con todos los cambios que se han aprobado, varios de los cuales han sido formulados por la Cámara de Comercio de Lima, en los que se corrigen parte de los sobrecostos y los excesos de la ley N° 29783, que fue hecha para países desarrollados y no para nuestra realidad empresarial, sobre todo para las pymes que constituyen la mayoría de las unidades productivas del país, según comentó Víctor Zavala el gerente de la Cámara de Comercio de Lima.

D.S. N° 005-2012 TR, Reglamento de la Ley N° 29783.

Que, a nivel regional, el Perú, como miembro de la comunidad andina de naciones (CAN), cuenta con el instrumento de seguridad y salud en el trabajo, el cual establece la obligación de los Estados miembros de implementar una política de prevención de riesgos laborales y vigilar su cumplimiento; el deber de los empleadores de identificar, evaluar, prevenir y comunicar los riesgos en el trabajo a sus trabajadores; y el derecho de los trabajadores a estar informados de los riesgos de las actividades que prestan, entre otros.

Que, una política nacional en seguridad y salud en el trabajo debe crear las condiciones que aseguren el control de los riesgos laborales, mediante el desarrollo de una cultura de la prevención eficaz; en la que los sectores y los actores sociales responsables de crear esas condiciones puedan efectuar una planificación, así como un seguimiento y control de medidas de seguridad y salud en el trabajo.

Que, en este contexto, se ha aprobado la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo con el objeto de promover una cultura de prevención de riesgos laborales a través del deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes a través del diálogo social, deben velar por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

Artículo 33.- Los registros obligatorios del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo

La octava disposición transitoria del reglamento de seguridad y salud en el trabajo establece que el registro de monitoreo de agentes y factores de riesgo disergonómico será obligatorio una vez que se apruebe el instrumento para el monitoreo de agentes y factores de riesgo disergonómico.

Registro del monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómico.

Resolución Ministerial N° 375-2008-TR

Aprueban la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico.

NTS 068 MINSA/DGSP-V1

Norma técnica de salud que establece el listado de enfermedades profesionales. Aprobada RM N°480-2008 MINSA.

Decreto Supremo N° 015-2005-SA

Reglamento Sobre Valores Límites Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo. Determina los niveles máximos permisibles para los contaminantes químicos en el lugar de trabajo, aplicable a todos los sectores.

DA 321-MINSA/DGIESP-2021

Directiva administrativa que establece las disposiciones para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a Sars-Cov-2.

INSST España

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo – la ventilación como medida preventiva frente al coronavirus Sars-COV-2. Gobierno de España.

RITE

Reglamento de instalación es térmicas en los edificios – actualización 2021, Gobierno de España.

2.4. Descripción de las actividades desarrolladas

2.4.1. Aspectos técnicos de las actividades profesionales

a. Aspectos Metodológicos

NIOSH 6603: National Institute for Occupational Safety and Health

Esta metodología es de estadounidense (EE.UU.), el cual indica las consideraciones que hay tener en cuenta para la medición de dióxido de carbono (CO₂) en ambientes laborales.

La metodología que se usó para la toma de datos fue por lectura directa con el equipo detector de gas incluido con un sensor espectrofotométrico de CO₂.

ISO 16000 26: Estrategia de muestreo de dióxido de carbono

Esta metodología indica las características que se deben tener en cuenta para realizar una correcta medición de dióxido de carbono en ambientes laborales.

b. Técnicas

- a) Iniciar el equipo detecto de gas y esperar que caliente según las consideraciones del fabricante.
- b) Realizar la calibración INSITU del equipo, para esto el equipo deberá programarse para auto calibración y llevarlo a una zona de aire limpio hasta que termine su calibración.
- c) Seleccionar en el equipo el modo de uso (muestra puntual).
- d) Colocar el equipo en el centro de área a evaluar y a una altura aproximada de 1.20 m.
- e) Introduzca una muestra de aire en el equipo, colocando en el centro de ambiente laboral hasta que los sensores se estabilicen y muestren un valor sin variaciones, corroborar este tiempo con las

especificaciones de fábrica.

- f) Anotar el rango de valores que emite el equipo.
- g) Hacer mínimo 3 mediciones en horarios aleatorios durante la jornada laboral.

c. Instrumentos

Formato de toma de datos de campo, se adjunta en el Anexo 4.

d. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Equipos

- Detector de gas CO₂
- Anemómetro digital
- Trípode
- Manguera de calibración

Materiales

- Formatos de campo de CO₂
- Tableros
- Lapiceros
- Cuestionario de datos personales
- Wincha métrica

2.4.2. Descripción de las actividades desarrolladas

Las actividades que se realizaron para el monitoreo de CO₂ y ventilación se muestran en la Figura 6. A continuación, se describe cada etapa del proceso del monitoreo:

a) Preparación de materiales y equipos

Se prepararon previamente los equipos en cuanto a su revisión de certificados de calibración y funcionamiento, revisión de baterías, soportes y parantes. Se preparó también los materiales como formatos de campo para la toma de datos, Güincha para medir la altura de las mediciones y plano de distribución de áreas de la empresa INSSMA S.A.C.

b) Verificación de funcionamiento

Se verifico el funcionamiento correcto de los equipos detector de gas y anemómetro digital, esta verificación consistió en analizar el encendido, medición y lectura de datos de los equipos de medición. El diagnóstico y resultado de esta verificación confirmo el funcionamiento adecuado de los equipos.

c) Calibración In Situ

El equipo detector de gas está configurado para realizar una calibración inicial de aire limpio, por ello se llevó el equipo a un área fuera de las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C., por un tiempo de 5 min el cual dura la calibración, una vez terminado este procedimiento el equipo está listo para la toma de muestra.

d) Determinar la ubicación de medición

Aplicando la metodología NIOSH 6603, se procedió a adecuar un espacio en el centro de cada área a tratar para la colocación del equipo y se usó un trípode como soporte para que el equipo se encuentre a una altura de 1.20 m. Se consultó a los trabajadores si mantenían las ventanas abiertas o cerradas y se tomó en cuenta para cada medición ya que la metodología indica evaluar en circunstancias normales de trabajo.

e) Inicio de lecturas

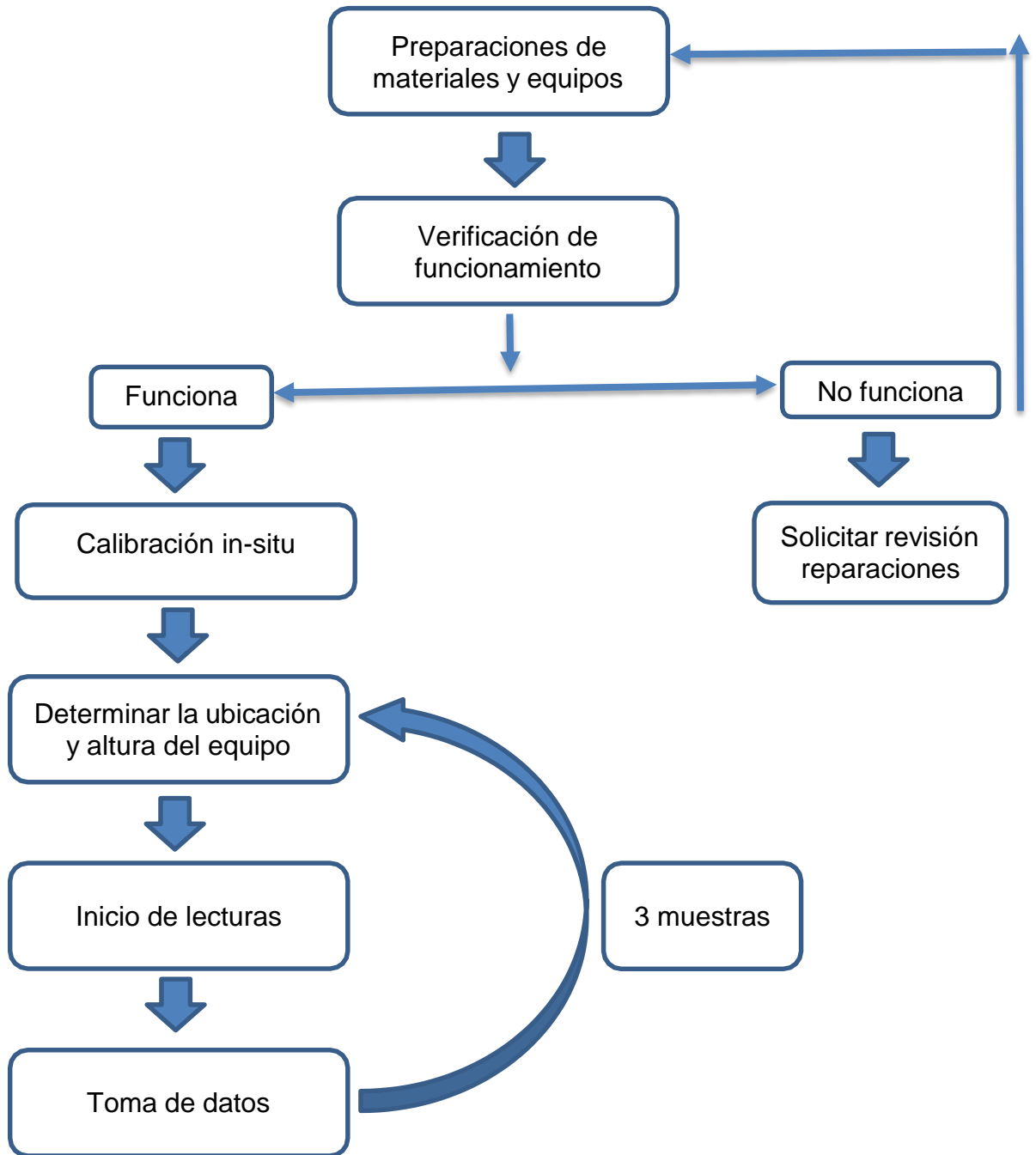
El tiempo de medición fue de 10 min por cada medición y se realizaron 3 mediciones. El equipo detector de gas tiene en su sistema la opción de mostrar un resultado promedio de la medición en un tiempo determinado. En total se obtuvo 3 resultados y se calculó el resultado promedio.

f) Toma de datos

Se apuntaron los resultados de los equipos de medición en el formato de campo tomando la hora de medición de cada resultado y apuntando los factores externos que puedan causar variaciones.

Figura 6

Mapa de procesos para el monitoreo



Nota. INSSMA S.A.C., 2019

2.4.3. Resultados

a) Monitoreo los niveles de ventilación en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. y comparación con los valores límite permisible.

Se utilizó una cinta métrica para medir los canales de ingreso de aire tales como (ventanas, puertas y mamparas), se registraron las medidas obtenidas y se procedió a las mediciones de velocidad de flujo de aire, para ello usó el equipo anemómetro digital con sensor de hilo caliente previamente calibrado. Se tomaron 8 puntos de medición por cada canal de ingreso de aire para posteriormente calcular el promedio, estos puntos fueron distribuidos homogéneamente de tal manera que se abarque todo el canal de medición, se adjunta las fotos de las mediciones en el Anexo 3.

En la Tabla 8 se presenta los resultados de las mediciones de velocidad de flujo de aire y canal de ingreso de aire de cada oficina evaluada.

Tabla 8*Mediciones de ventilación y canal de ingreso de aire*

| Código de muestra | Oficinas | Velocidad de flujo de aire m/s | Velocidad de flujo de aire promedio m/s | Canal de ingreso de aire | Área del canal ingreso de aire m ² |
|-------------------|---------------------------|--|---|--------------------------|---|
| G – 01 | Gerencia y administración | 0.32, 0.33, 0.15, 0.09, 0.17, 0.18, 0.28, 0.29 | 0.22 | Puerta interior | 1.512 |
| G – 02 | Proyectos ocupacionales | 1.20, 1.70, 0.80, 0.52, 0.80, 1.57, 2.10, 1.90 | 1.32 | Mampara | 0.315 |
| G – 03 | Proyectos ambientales | 1.73, 0.87, 0.88, 0.45, 1.30, 1.67, 0.70, 0.98 | 1.07 | Ventana media abierta | 0.249 |
| G – 04 | Proyectos saneamiento | 1.27, 1.42, 0.52, 1.10, 0.39, 0.60, 0.50, 0.57 | 0.79 | Ventana media abierta | 0.563 |
| G – 05 | Laboratorio | 0.29, 0.10, 0.09, 0.13, 0.09, 0.08, 0.11, 0.23 | 0.14 | Puerta interior | 1.750 |

Se registró mayor velocidad de flujo de aire en las áreas de proyectos ocupacionales y ambientales, cuyos valores son 1.32 m/s y 1.07 m/s respectivamente, estos valores son altos comparados con las otras oficinas debido a que estas oficinas tienen ventanas y mamparas directamente hacia la calle por donde se percibe el ingreso de aire.

Las oficinas que registraron menor velocidad de flujo de aire fueron laboratorio y gerencia ya que estas oficinas no cuentan con ventanas ni mamparas, solo tienen una puerta de ingreso dirigido al interior del local por lo que sus velocidades de flujo de aire fueron de 0.14 m/s y 0.22 m/s.

En cuanto al área del canal de ingreso, las oficinas de gerencia y laboratorio registraron valores de 1.512 m² y 1.750 m² respectivamente los cuales tienen mayor área debido a que siempre mantiene las puertas abiertas y estas fueron tomadas en cuenta para las mediciones, la oficina de proyectos ambientales tubo la menor área de canal de ingreso de aire con 0.249 m² ya que los trabajadores siempre mantienen la ventana levemente abierta y por último las oficinas de saneamiento y ocupacional registraron áreas de canal de ingreso de aire de 0.563 m² y 0.315 m² respectivamente debido a que cuentan con una ventana y una mampara levemente abiertas respectivamente.

Luego de realizar las mediciones se procedió a calcular el caudal de ingreso de aire exterior, para cada oficina administrativa y anotar la cantidad de personas que están presentes cotidianamente en la oficina evaluada, con la finalidad de calcular caudal de aire exterior introducido por persona. Para el cálculo del caudal en m³/s usamos la siguiente formula.

$$\text{Caudal} = (\text{Velocidad de flujo de aire promedio}) \times (\text{Área del canal de ingreso de aire})$$

Para el cálculo del caudal de aire exterior introducido por persona será necesario dividir el caudal en litros por segundo (L/s), por la cantidad de personas encontradas en las oficinas, esto expresado en formula seria la siguiente.

$$\text{Caudal.p} = \frac{\text{Caudal L/s}}{\text{Número de personas}}$$

Tabla 9*Calculo de caudal de aire exterior por persona*

| Código de muestra | Oficinas | Caudal m ³ /s | Caudal L/s | Número de personas en la oficina | Caudal de aire exterior introducido por persona L/s. p |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|------------|----------------------------------|--|
| G – 01 | Gerencia y administración | 0.332 | 332 | 1 | 332.0 |
| G – 02 | Proyectos ocupacionales | 0.415 | 415 | 4 | 103.7 |
| G – 03 | Proyectos ambientales | 0.266 | 266 | 4 | 66.5 |
| G – 04 | Proyectos saneamiento | 0.444 | 444 | 3 | 148.0 |
| G – 05 | Laboratorio | 0.245 | 245 | 1 | 245.0 |

Las oficinas de gerencia y laboratorio registraron mayor caudal de ingreso de aire exterior introducido por persona, con valores de 332.0 L/s.p y 245.0 L/s.p, debido a que solamente labora una persona en cada una de estas oficinas, a pesar de tener velocidades de flujo de aire menores de 0.22 m/s y 0.14 m/s respectivamente presentados en la Tabla 8. Las oficinas de proyectos ocupacional y saneamiento registraron caudales de aire exterior introducido por persona con valores promedio de 103.7 L/s.p y 148 L/s.p, esto debido a que la cantidad de personas que trabaja en la oficina son de 4 y 3 respectivamente y sus velocidades de flujo de aire son 1.32 m/s y 0.79 m/s. Por último la oficina de proyectos ambientales registró el menor valor de caudal de aire exterior introducido por persona con 66.5 L/s.p, esto debido a que trabajan 4 personas en la oficina, lo cual hace que al momento del dividir el caudal de aire que ingresa obtenga como resultado el menor valor de todas las oficinas.

Teniendo los valores del caudal de aire exterior introducido por persona, realizamos las comparaciones con la normativa aplicable para este estudio, RITE Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios – Gobierno de España. El RITE, propone la clasificación IDA 2 para oficinas administrativas, la clasificación IDA 2 tiene como valores límites (12.5 L/s persona), tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 10

Comparaciones de resultados con el valor mínimo recomendado

| Código de muestra | Oficinas | Numero de persona en la oficina | Caudal de aire exterior introducido por persona L/s p | Valor recomendad o L/s.p | ¿cumple o no cumple? |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------|---|--------------------------|----------------------|
| G – 01 | Gerencia y administración | 1 | 332.0 | 12.5 | SI CUMPLE |
| G – 02 | Proyectos ocupacional | 4 | 103.7 | 12.5 | SI CUMPLE |
| G – 03 | Proyectos ambientales | 4 | 66.5 | 12.5 | SI CUMPLE |
| G – 04 | Proyectos saneamiento | 3 | 148.0 | 12.5 | SI CUMPLE |
| G – 05 | Laboratorio | 1 | 245.0 | 12.5 | SI CUMPLE |

Las oficinas de gerencia y laboratorio obtuvieron valores finales de caudal de aire exterior introducido por persona de 332.0 L/s.p y 245.0 L/s.p los cuales están muy por encima del valor recomendado por la RITE de 12.5 L/s.p, esto debido a la mínima cantidad de personas que laboran en el área, además porque presentan mayores áreas del canal de ingreso de aire de 1.512 m² y 1.750 m² presentados en la Tabla 8. Las oficinas de

proyectos ocupacionales y saneamiento poseen valores finales de 103.7 L/s.p y 148.0 L/s.p que también se encuentran por encima del valor recomendado por la RITE, y son menores a los valores finales obtenidos en las oficinas de gerencia y laboratorio, debido a que en estas oficinas laboran 4 y 3 personas respectivamente. Por último la oficina de proyectos ambientales obtuvo un valor final de 66.5 L/s.p que de igual manera está por encima del valor recomendado por la RITE y es el menor valor registrado de todas la oficinas, esto debido a que presenta el menor área de canal de ingreso de aire con 0.249 m² presentado en la Tabla 8.

Quispe (2020), en su estudio de calidad de aire interior en las oficinas de la municipalidad provincial de Tocache, realizo mediciones de CO₂ y ventilación por un tiempo de 8 horas diarias por 15 días, mostrando los siguientes resultados, el valor promedio de ventilación las oficinas de la municipalidad de Tocache es de 160 L/s.p, este resultado difiere de nuestros resultados cuyo valor promedio de ventilación expresado en caudal en las oficinas de INSSMA es de 178 L/s.p. Estos resultados diferentes podrían ser debido a que, en el estudio de Quispe, se usó un equipo anemómetro con sensor de veleta, el cual tiene máximo 0.1 decimales en su escala de medición, en cambio para nuestro estudio empleamos el equipo anemómetro de sensor de hilo caliente para mediciones más precisas con 0.001 decimales en su escala de medición.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son distintos al estudio de Quispe, ya que en su estudio se tiene un promedio de 5.3 personas por cada oficina y en el nuestro tenemos un promedio de 2.6 personas por oficina.

Morales (2018), evaluó la calidad de aire interior de en las salas de clase de la Universidad Técnica Federico Santa María, (UTFSM) sede Concepción. Realizo evaluaciones de CO₂, temperatura, humedad relativa, y velocidad de flujo de aire extraído de sala de clase N° 122, además de medir la saturación de oxígeno a los alumnos. Tuvo como resultado un caudal extraído de 168 m³ y por lo tanto una velocidad de flujo de aire de 0.47 m/s, el cual es diferente a nuestro resultado de velocidad de flujo de aire con 0.70 m/s, esto debido a que en el estudio de Morales, la velocidad de flujo de aire de extracción es generado mecánicamente y distribuido para todas las salas de clase lo cual hace que se reduzca considerablemente la velocidad de flujo de aire y en nuestro estudio el ingreso de aire es natural por presencia de vientos.

b) Monitoreo los niveles CO₂ en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. y comparación con los valores límite permisible.

Para el monitoreo de CO₂, se usó el equipo detector de gas con sensores de CO₂, el principio de detección del sensor es la espectrometría infrarroja no dispersiva (NDIR), el sensor fue previamente calibrado in situ al aire limpio (se considera aire limpio al aire exterior). Se tomó mediciones tanto en el interior como en el exterior de cada oficina administrativa, esto con la finalidad de calcular la variación de concentración de CO₂ en el interior y en el exterior de las oficinas.

Aplicando la metodología ISO 16000 26, se realizó una ventilación cruzada previa a la medición, se esperó 12 minutos para instalar los equipos de medición. Los equipos se colocaron entre 1 a 2 metros alejado de las paredes y a una altura de 1.5 metros respecto al piso de la oficina. Una vez colocado el equipo se procedió a la toma de datos para lo cual se hicieron 3 mediciones cada una de 20 minutos y se registró el valor promedio emitido por el equipo. Después de la medición del CO₂, se consultó a los trabajadores, con la finalidad de determinar si el momento de medición corresponde a condiciones cotidianas (condición típica de oficina).

Tabla 11*Resultados y cálculos de las mediciones de dióxido de carbono*

| Código de muestra | Oficinas | Número de personas en la oficina | Tiempo de medición (min) | CO ₂ exterior ppm | CO ₂ interior ppm | CO ₂ interior – CO ₂ exterior ppm |
|-------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---|
| G – 01 | Gerencia y administración | 1 | 20 | 178 | 325 | 147 |
| G – 02 | Proyectos ocupacional | 4 | 20 | 179 | 311 | 132 |
| G – 03 | Proyectos ambientales | 4 | 20 | 185 | 291 | 106 |
| G – 04 | Proyectos saneamiento | 3 | 20 | 180 | 270 | 90 |
| G – 05 | Laboratorio | 1 | 20 | 182 | 330 | 148 |

Nota: Donde ppm partes por millón y min tiempo en minutos

Las oficinas de gerencia y laboratorio registraron mayores concentraciones de CO₂ con valores de 325 ppm y 330 ppm respectivamente, esto debido a que en estas oficinas las velocidades de flujo de aire son las menores en comparación con el resto de las oficinas, tal como se muestra en la Tabla 8. Las oficinas de proyectos ocupacionales y ambientales registraron concentraciones de CO₂ con valores de 311 ppm y 291 ppm respectivamente, esto se debe a que en estas oficinas se tiene la mayor cantidad de personas trabajando con 4 personas en cada oficina. Por otra parte, la oficina de saneamiento registró el menor valor con 270 ppm, esto debido a que presenta el mayor caudal de aire ingresado, mostrado en la Tabla 9.

Teniendo los valores resultantes de CO₂, se realizó las comparaciones con la normativa aplicable para este estudio, RITE Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios – Gobierno de España. Según el RITE, propone la clasificación IDA 2 para oficinas administrativas, la clasificación IDA 2 tiene como valor límite de CO₂ 500 ppm por encima de la concentración en el aire exterior, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 12

Comparaciones de dióxido de carbono con LMP

| Código de muestra | Oficinas | Número de personas en la oficina | Concentración ppm | Límite máximo permisible ppm | ¿cumple o no cumple? |
|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|
| G – 01 | Gerencia y administración | 1 | 147 | 500 | SI CUMPLE |
| G – 02 | Proyectos ocupacional | 4 | 132 | 500 | SI CUMPLE |
| G – 03 | Proyectos ambientales | 4 | 106 | 500 | SI CUMPLE |
| G – 04 | Proyectos saneamiento | 3 | 90 | 500 | SI CUMPLE |
| G – 05 | Laboratorio | 1 | 148 | 500 | SI CUMPLE |

En la Tabla se aprecia que las concentraciones de CO₂ de todas las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 500 ppm establecido por la RITE. Las oficinas de gerencia y laboratorio obtuvieron las mayores concentraciones finales de CO₂, con 147 ppm y 148 ppm respectivamente, esto debido a que estas mismas oficinas presentaron los menores valores de velocidad de flujo de

aire con 0.22 m/s y 0.14 m/s presentados en la Tabla 8. Las oficinas de proyectos ocupacionales y ambientales mostraron concentraciones finales de CO₂ de 132 ppm y 106 ppm, debido a que presentan el mayor número de personas que trabajan por cada oficina con 4 personas cada una. Por último, la oficina de saneamiento registró la menor concentración de CO₂ con 90 ppm esto debido a que presenta el mayor caudal de aire con 444 L/s tal como se muestra en la Tabla 9.

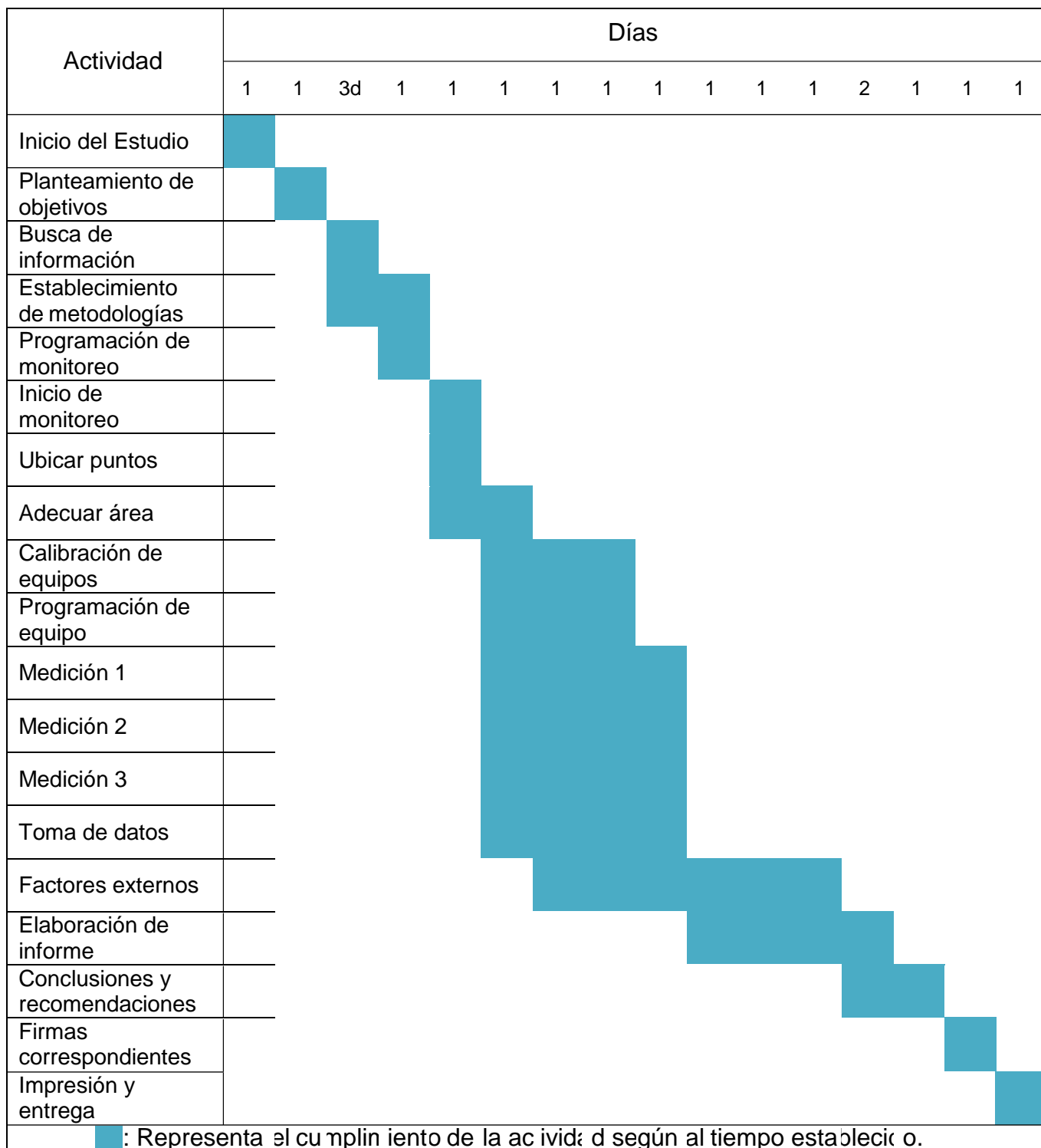
Argunhan et al. (2018) estudio los niveles de CO₂ en la Universidad Central del estado de Batman en Turquía, ubicando dos puntos de monitoreo en facultades con diferentes características, una de ellas más expuesta a tráfico y la otra rodeada de otras facultades. Concluyó que la concentración de CO₂ es directamente proporcional a la cantidad de alumnos que se encontraban en las aulas. En nuestro estudio también se encontró similitud ya que en los valores obtenidos de CO₂ en las oficinas con más trabajadores muestran concentraciones más altas, también se muestra similitud inversamente proporcional entre los canales de ingreso de aire y la concentración de CO₂.

García et al. (2019) monitoreo los niveles CO₂, humedad relativa, temperatura y oxígeno en las salas de Cine Star sede San Juan de Lurigancho con el objetivo de evaluar la calidad de aire. Concluyo que los valores de CO₂ aumentaban proporcionalmente según el número de personas iban ingresando a la sala, en el momento que todos los usuarios estaban completos, los niveles de CO₂ llegan hasta un valor promedio de 2800 ppm con un valor pico de 3015 ppm. Consecuentemente este valor decencia rápidamente cuando los usuarios se retiraban por el término de la película. Este resultado tiene similitud con nuestro estudio ya que las oficinas de Ocupacional y Ambiental con mayor número de personas registraron mayor concentración de CO₂.

2.4.4. Cronograma de las actividades profesionales

Tabla 13

Cronograma de realización de actividades



III. APORTES REALIZADOS

3.1. Aportes del Bachiller en la empresa y/o institución

Con el desarrollo del presente estudio de monitoreo de CO₂ y ventilación en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. se ha aportado:

Se implementó un procedimiento de monitoreo para CO₂ y ventilación según Directiva Administrativa 321 MINSAs.

- Se realizó un estudio de las metodologías a aplicar para las mediciones de CO₂ y ventilación.
- Se estableció un método y procedimiento de evaluación para CO₂ y ventilación para que sea aplicable a cualquier empresa, ver Anexo 8.
- Se ejecutó el monitoreo de CO₂ y ventilación en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. según el procedimiento establecido con anterioridad.

Se implementó un formato de campo para la toma de muestra de CO₂ y ventilación.

- Se realizó una descripción de todos los factores externos a tomar en cuenta y que pueden causar variaciones en los resultados de las mediciones
- Teniendo todos los factores posibles se determinó cuáles fueron los más frecuentes y se apuntó
- Se completó el formato de campo con todos los datos necesarios para la toma de muestra de CO₂ y ventilación, incluyendo los factores externos y los datos personales, se adjunta estos formatos en el Anexo 4.

- Comparaciones de los resultados con las normas vigentes establecidas en el presente estudio.

Se redactó un informe técnico de monitoreo de CO₂ y ventilación, según la Directiva Administrativa 321 MINSA.

- Se recolectó información de estudios, tesis, normas legales y libros, se ordenó esta información y se procedió a elaborar un informe técnico.
- Se estableció el informe técnico con toda la información (introducción, objetivos, marco teórico, discusiones, resultados y recomendaciones)

Se creó una Hoja de cálculos y comparación para el monitoreo de CO₂ y ventilación.

- Aplicando la metodología ISO 16000 26, estrategias para el muestreo de dióxido de carbono CO₂, se tomó información de cálculos.
- Se elaboró un cuadro Excel con todas las formular usadas en la ISO 1600 26.
- Se elaboró columnas de comparación en el Excel de cálculos con la finalidad de comprar los valores y límites permisibles según la normativa 321 MINSA. Se adjunta el Excel de cálculos en el Anexo 9.

3.2. Logros alcanzados

Lo beneficios que se lograron para la empresa INSSMA S.A.C. fueron:

- Se obtuvo un modelo de informe técnico de CO₂ y ventilación, que cuenta con marco teórico, metodología aplicable, cálculos, resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones, según la directiva administrativa 321 MINSA.
- Con las capacitaciones de los resultados obtenido del presente estudio se logró que los trabajadores de la empresa INSSMA S.A.C. tomen conciencia sobre la importancia de una buena ventilación en oficinas.
- Con las capacitaciones del monitoreo, se logró que los analistas de campo puedan aprender a realizar un monitoreo de CO₂ y ventilación de manera correcta aplicando los métodos adecuados según la directiva administrativa 321 – MINSA.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Chipana, et al (2020)., en su tesis Evaluación de las concentraciones de CO₂ en interiores y su influencia en la salud de los estudiantes de la Universidad Peruana Unión. Evaluaron los niveles de CO₂ en 10 aulas en determinados tiempos durante 1 mes, escogieron aulas con variaciones de velocidad de flujo de aire. Los resultados que obtuvieron fue que la cantidad de alumnos fue la variante principal para el incremento de las concentraciones de CO₂, lo cual guarda similitud con nuestro estudio ya que se evidenció que las oficinas con mayor número de trabajadores registraron mayores concentraciones de CO₂. En cuanto a la ventilación el estudio de Chipana concluyo que cuando había mayor velocidad de flujo de aire, la concentración de CO₂ disminuía inversamente proporcional, lo cual guarda similitud con nuestro estudio ya que las oficinas que registraron menor concentración de CO₂ también registraron caudales de ingreso de aire mayores.

Quispe 2020, en su estudio de calidad de aire interior en las oficinas de la municipalidad provincial de Tocache, realizo mediciones de CO₂ y ventilación por un tiempo de 8 horas diarias por 15 días, mostrando los siguientes resultados, la concentración de CO₂ promedio de todas las oficinas fue de 442 ppm, este resultado difiere del nuestro cuya concentración de CO₂ interior promedio fue de 305 ppm, esto debido a los caudales de aire exterior introducido, Quispe 2020 registró 160 L/s.p y las oficinas de INSSMA 178 L/s.p lo que representa una relación inversamente proporcional entre ventilación y CO₂. También debido a la cantidad de personas promedio por cada oficina, Quispe 2020 tiene un promedio de 5.3 personas y la empresa INSSMA tienen un promedio de 2.6 personas, lo cual también representa una relación inversamente proporcional entre la concentración de CO₂ y la cantidad de personas.

4.2. Conclusiones

Se determinó los niveles de CO₂ y ventilación en las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C. según la directiva administrativa 321 MINSA, con lo que se concluye lo siguiente:

Los niveles de ventilación en las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C. (Gerencia, Ocupacional, ambientales, saneamiento y laboratorio), fueron de 332 L/s.p., 103.7 L/s.p., 66.5 L/s.p. 148 L/s.p. y 245 L/s.p. respectivamente. Estos valores fueron comparados con la RITE con la cual se evidenció que todas las oficinas presentan valores por encima del mínimo recomendado de 12.5 L/s.p.. Por lo tanto, cumplen con lo establecido en la Directiva Administrativa 321 MINSA, representando un nivel de riesgo Bajo. Lo que demuestra que las oficinas tienen una ventilación adecuada para el tipo de trabajo realizado.

Las concentraciones de CO₂ en las oficinas administrativas de la empresa INSSMA S.A.C. (Gerencia, ocupacional, ambiental, saneamiento y laboratorio). Presentan valores de 147 ppm, 132 ppm, 106 ppm, 90 ppm y 148 ppm, respectivamente. Estos resultados fueron comparados con la RITE, con lo que se evidenció que todas las oficinas presentan valores por debajo del límite máximo permisible de 500 ppm. Por lo tanto, cumplen con lo establecido en la Directiva Administrativa 321 MINSA, Representando un nivel de Riesgo Bajo. Lo que demuestra que las oficinas cuentan con condiciones de ambiente seguras y saludables.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer un estándar nacional para las concentraciones de CO₂ y ventilación con respecto a la calidad de aire interior de oficinas, con la finalidad de evitar recurrir a normas internacionales con diferentes niveles de exigencia.
- Se recomienda ampliar el estudio de determinación de niveles de CO₂ y ventilación monitoreados en diferentes estaciones del año, con la finalidad de encontrar la variabilidad que existe en los valores con respecto del tiempo.
- Mantener los controles actuales para mitigar los niveles de CO₂ e incrementar la ventilación en las oficinas de la empresa INSSMA S.A.C. a través de la apertura de ventanas, puertas y mamparas. Ya que estas condiciones son óptimas para lograr un ambiente laboral saludable.
- Brindar charlas a los trabajadores sobre los riesgos que conlleva a una alta exposición a CO₂ y deficiente ventilación en las oficinas. Con la finalidad de sensibilizar a los trabajadores y puedan tomar acciones cuando lo necesiten.

VI. BIBLIOGRAFIA

Argunhan Z. y Avci, A., (2018). Statistical Evaluation of Indoor Air Quality Parameters in Classrooms of a University. *Advances in Meteorology*, 2018, 1–10.

<https://doi.org/10.1155/2018/4391579>

Abdul-Wahab, S. (2011) *Sick building syndrome: In public buildings and workplaces*. (1era. Edición). Berlín: Springer.

ACGIH, (2020)., Valores límite tolerables Para sustancias químicas y agentes físicos y exposición biológica Índices

https://riesgosygestion.com/wp-content/uploads/2019/06/tlv2019_entire-book.pdf

Chipana M. y Matos Z., (2020). Evaluación de las concentraciones de CO₂ en interiores y su influencia en la salud de los estudiantes de la Universidad Peruana Unión. Recuperado de:

http://repositorio.upeu.edu.pe:8080/bitstream/handle/UPEU/3196/Mayra_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?%20sequence=1&isAllowed=y

Castañeda D. y Guerrero L., (2020). Análisis comparativo de los niveles de medición de CO₂ entre dos medidores con base a los datos tomados en el parqueadero subterráneo del edificio Pinar del Llano Villavicencio-Meta.

http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4839/1/2020_2_TG_CASTA%C3%91EDA_GUERRERO

De La Rosa M., Mosso M. y Ullan Y., El aire: habitad y medio de transmisión de microorganismos (Vol. 5, 2002). [online]. Divulgameteo.es. Available at: <http://www.divulgameteo.es/uploads/Aire-microorganismos.pdf>. ISSN: 1139-1987.

Elon Emi. (2020). Medición de CO₂ en espacios interiores para la prevención de la propagación del covid mediante aerosoles <https://www.elon.co/elon-emi-prevencion-de-la-propagacion-del-covid/>

Engvall K., (2003) Una aproximación sociológica a la Calidad del Ambiente Interior de Viviendas: Los factores de riesgo para el Síndrome del Edificio Enfermo (SBS) y el malestar humano. Tesis doctoral, Uppsala: Uppsala Universitet Eds.

Ferreira, A. y Cardoso, S., (2013). Exploratory study of air quality in elementary schools, Coimbra, Portugal. Revista de saude publica, 47, 1059-1068. Recuperado <https://www.scielosp.org/article/rsp/2013.v47n6/1059-1068/en/>.

García J., Yerena J., Limaymanta C. y Ochoa K., (2019)., Evaluación de la calidad de aire interior en las Salas de Cine Star Sede San Juan de Lurigancho. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54727/B_Garc%c3%ada_YJJ-Llerena_SJ-Limaymanta_PCJ-Ochoa-EKR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Google (s.f). [INSSMA SAC] Recuperado el 04/03/2022 de <https://www.google.com/maps/place/INSSMA/@-11.9747943,-77.0934852,16z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x6cf951416b91af57!8m>

[2!3d-11.9748573!4d-77.0911463](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)

INSST, (2020). Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Gobierno de España, La ventilación como Medida Preventiva frente Al Coronavirus.

<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>

INSSMA (2019). Manual de Organizaciones y Funciones. Informe N° 01-A-2019.

ISO 17025, Requisitos para laboratorios de ensayo y calibración.

Lozano R., (2010): Aplicación de sistemas de ventilación natural para el confort térmico de las habitaciones en un conjunto de viviendas multifamiliares- distrito de Pichanaki.

La Cámara. (2020) Medidas preventivas en oficinas para evitar contagio del COVID-19

<https://lacamara.pe/medidas-preventivas-en-oficinas-para-evitar-contagio-del-covid-19/?print=print>

Ludeña J., (2021). Diseño de un sistema de climatización y ventilación para mejorar el confort de las oficinas administrativas de una nave industrial de la empresa Monte Azul Almacenes, 2021.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4891/J.Lude%c3%b1a_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Ciencias e Innovación de España, 2020 (MICIU). Informe Científico sobre Vías de Transmisión SARS-CoV-2. [Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España].

file:///C:/Users/ROLMIER/Downloads/2020_11_10_Informe_Aerosoles_COVID_MCienciaInnov.pdf

Morales Y., (2018). Evaluación de la calidad de aire interior en las salas de clases de la UTFSM, sede Concepción.

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/46872/3560901543759UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moran L., Yabar G. y Figueroa K., (2017)., Calidad de aire interior en el síndrome de edificio enfermo, ciudad de Trujillo.

<http://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH/article/view/1209/1101>

Murphy M., (2006). Sick Building Syndrome and the problem of uncertainty. Estados Unidos de América. En internet:

<https://books.google.com.mx/books?id=tryhre4-nvMC&printsec=frontcover&dq=sick+building+syndrome&source=bl&ots=MKIBp4eEWU&sig=lxve0pyJryE4TxsmvEZ43EfU0g&hl=es&sa=X&ei=IXB4UNvVD4 iqAGayYD4DQ#v=onepage&q=sick%20building%20syndrome&f=false>

NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2000

https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_549.pdf/e9364a82-6f1b-4590-90e0-1d08b22e1074

NIEHS, (2015). El Instituto Nacional de Ciencia y Salud Ambiental.

Efectos que la calidad de aire interior tiene sobre las capacidades

cognitivas de los empleados.

<https://www.niehs.nih.gov/research/scientistSearch/laboratories.cfm#>

Nota técnica N° 78, Instituto de salud pública de Chile – ventilación en oficinas

<https://www.ispch.cl/sites/default/files/Nota%20Tecnica%20N%C2%B078%20Ventilacion%20en%20Oficinas.pdf>

Omega spectris Company. (2010). Introducción a los anemómetros

<https://mx.omega.com/prodinfo/anemometros.html>

Presti S., (2011). El Síndrome del Edificio Enfermo y la calidad de aire interior de viviendas y oficinas.

<http://es.scribd.com/doc/72611176/Sindrome-del-edificio-enfermo-10-03-2011>

Quispe O., (2020). Calidad de aire en interiores por dióxido de carbono y su relación con la ventilación en las oficinas de la municipalidad de Tocache.

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4235/Aldair_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez L. y Alonzo J., (2004). Efecto de los factores ambientales, laborales y psicosociales en el Síndrome del Edificio Enfermo. En internet:

www.revista.ingenieria.uady/volumen8/efecto.pdf

ANEXOS

Anexo 1.- Carta de consentimiento de uso de información



INSSMA
INGENIEROS CONSULTORES

INSSMA SAC
RUC: 20605658998
Urb. La Riviera – San Martín de Porres
comercial@inssma.com
Fijo: 01 7454888
Cel: 998656912

Lima, 15 de febrero del 2022

Asunto: Carta de consentimiento de uso de información


Por medio de la presente, la empresa Ingenieros de la Seguridad Salud y Medio Ambiente S.A.C. (INSSMA S.A.C.), ubicada en Mz A Lt 34 Urb. La Riviera del distrito de San Martín de Porres. Otorga la presente carta de consentimiento para el uso de su información.

El uso de la información de la empresa (INSSMA S.A.C.) es para fines de elaboración Informe de Suficiencia Profesional del Sr. Rolmier Villegas Palomino.

La información a usar será la siguiente: (datos de personal, planos de oficina, informes de monitoreo ocupacional y ambiental, compendio de normas y legislación, iperc, datos administrativos, flujogramas de la empresa, excel de cálculos y resumen de recomendaciones, entre otros).

Toda la información antes mencionada tendrá mi consentimiento para ser usados únicamente a partir de la fecha de la presente carta y con vigencia de 6 meses posteriores a la misma.

Sin más, firmo la presente carta para dar conformidad de lo establecido.


WILMER ARMANDO PÉREZ FLORES
INGENIERO SANITARIO
Reg. CIP N° 102980

.....
DIRECTOR TÉCNICO

Anexo 2.-Declaracion jurada de autoría



DECLARACIÓN JURADA



Conste por el presente documento, mayor fuerza legal.

Yo, ROLMIER VILLEGAS PALOMINO, de nacionalidad peruana, identificado con DNI N° 46827979, domiciliado en la Urb. La Riviera Mz. A Lt. 34 del Distrito de San Martín de Porres, Lima.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Que el contenido del informe de trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, titulado "DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CO₂ Y VENTILACIÓN EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO DE LA EMPRESA INSSMA S.A.C. SEGÚN LA DIRECTIVA ADMINISTRATIVA 321 MINSA" correspondiente a mi autoría, en cumplimiento a lo establecido en el Art. 61 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC.

Para mayor constancia y validez, cumplo con firmar y pongo mi huella digital al pie del presente documento para los fines correspondientes.

Lima, 18 de abril del 2022

EL PRESENTE DOCUMENTO NO HA SIDO REDACTADO EN ESTA NOTARÍA



Rolmier Villegas Palomino
Rolmier Villegas Palomino
DNI N° 46827979



LEGALIZACIÓN A LA VUELTA





CERTIFICO LA AUTENTICIDAD DE LA FIRMA DE
 DON (ÑA): VILLEGAS PALOMINO
ROLMIER
 IDENTIFICADO (A) CON: DNI N° 46827979
 EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD POR EL
 CONTENIDO DEL PRESENTE DOCUMENTO
 CALLAO,



18 ABR. 2022



JOSÉ CIRO RAMÍREZ ENRIQUEZ
 NOTARIO DEL CALLAO

13991



0079453181



**NOTARIA
RAMIREZ ENRIQUEZ JOSE CIRO
SERVICIO DE AUTENTICACIÓN E IDENTIFICACIÓN BIOMÉTRICA**



INFORMACIÓN PERSONAL

DNI 46827979
Primer Apellido VILLEGAS
Segundo Apellido PALOMINO
Nombres ROLMIER

CORRESPONDE

La primera impresión dactilar capturada corresponde al DNI consultado. La segunda impresión dactilar capturada corresponde al DNI consultado.



[Handwritten Signature]
**VILLEGAS PALOMINO, ROLMIER
DNI 46827979**



**INFORMACIÓN DE CONSULTA
DACTILAR**

Operador: 70333437 - Flor Valeria
Gabriel Garcia

Fecha de Transacción: 18-04-2022
13:35:18

Entidad: 10405417206 - RAMIREZ
ENRIQUEZ JOSE CIRO

VERIFICACIÓN DE CONSULTA

Puede verificar la información en línea en:
<https://serviciosbiometricos.reniec.gob.pe/identifica3/verification.do>

Número de Consulta: 0079453181



Anexo 3.-Fotografías del estudio



Foto 1: Medición de área de ingreso de aire – Gerencia



Foto 2: Medición de área de ingreso de aire – Gerencia



Foto 3: Medición de CO₂ – Gerencia



Foto 4: Medición de ventilación – Gerencia



Foto 5: Medición de ventilación – Gerencia



Foto 6: Medición de ventilación – Gerencia



Foto 7: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Ocupacional



Foto 8: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Ocupacional



Foto 9: Medición de CO₂ – Oficina Ocupacional



Foto 10: Medición de CO₂ – Oficina Ocupacional

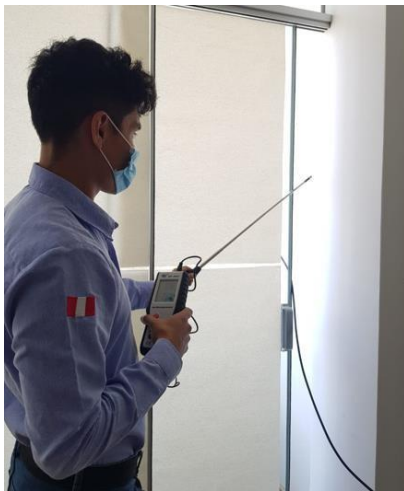


Foto 11: Medición de ventilación – Oficina Ocupacional



Foto 12: Medición de ventilación – Oficina Ocupacional



Foto 13: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Ambiental



Foto 14: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Ambiental



Foto 15: Medición de CO₂ – Oficina Ambiental

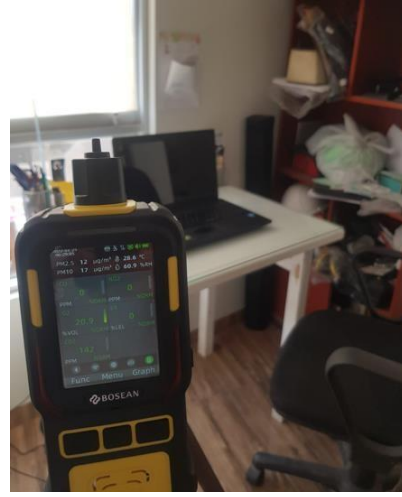


Foto 16: Medición de CO₂ – Oficina Ambiental



Foto 17: Medición de ventilación – Oficina Ambiental



Foto 18: Medición de ventilación – Oficina Ambiental



Foto 19: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Saneamiento



Foto 20: Medición de área de ingreso de aire – Oficina Saneamiento



Foto 21: Medición de CO₂ – Oficina Saneamiento



Foto 22: Medición de CO₂ – Oficina Saneamiento

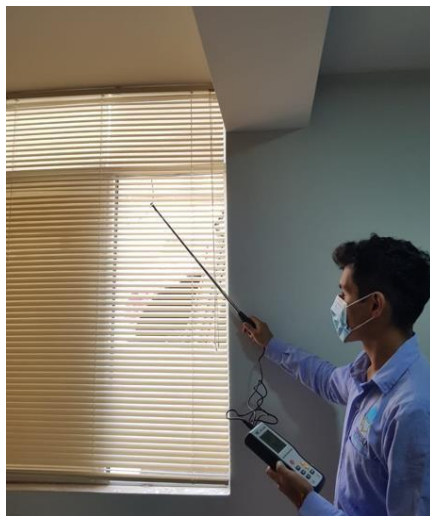


Foto 23: Medición de ventilación – Oficina Saneamiento

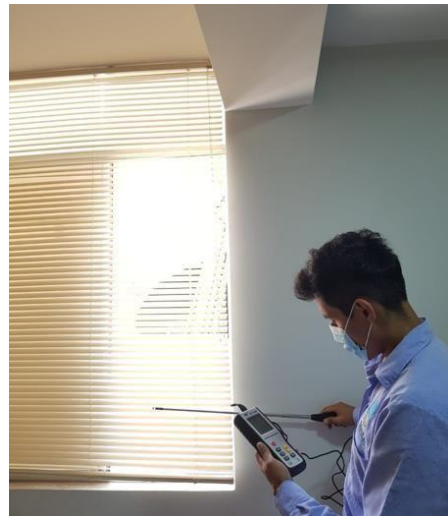


Foto 24: Medición de ventilación – Oficina Saneamiento



Foto 25: Medición de área de ingreso de aire – Laboratorio



Foto 26: Medición de área de ingreso de aire – Laboratorio



Foto 27: Medición de CO₂ – Laboratorio




Foto 28: Medición de CO₂ – Laboratorio



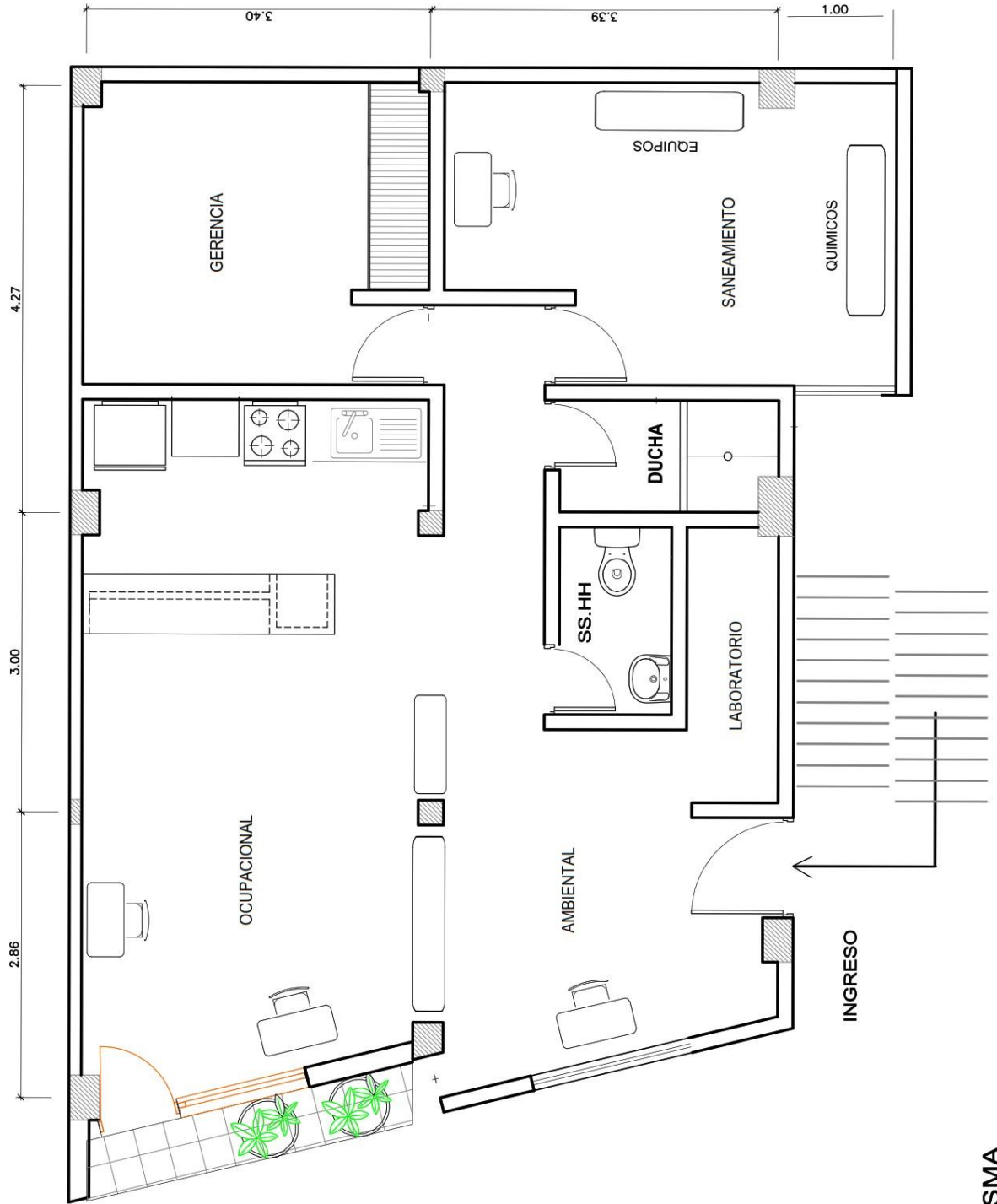
Foto 29: Medición de ventilación – Laboratorio



Foto 30: Medición de ventilación – Laboratorio

|  INSSMA | SISTEMA DE GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | | | | | Código | SGSST-FR-026 | | |
|---|---|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-----|---------------|
| | FORMATO DE MEDICIÓN DE GASES | | | | | Versión | 2 | | |
| | | | | | | Fecha de | 20/02/2020 | | |
| DATOS GENERALES DEL MONITOREO | | | | | | | | | |
| CLIENTE (EMPRESA): | | | | FECHA: | | N° de Hoja: | | | |
| DATOS DEL EQUIPO: | | | | | | | | | |
| MARCA | | MODELO | | | SERIE | | | | |
| DATOS DEL PUESTO EVALUADO: | | | | | | | | | |
| NOMBRE DEL TRABAJADOR: | | | | PUESTO DE TRABAJO: | | ÁREA: | | | |
| DNI: | TIEMPO EN EL PUESTO: | JORNADA DE TRABAJO: | EXAMEN MÉDICO OCUPACIONAL: | | NUNCA <input type="radio"/> | ANUAL <input type="radio"/> | BIANUAL <input type="radio"/> | | |
| EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL | | | | | | | | | |
| TIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA: | | <input type="radio"/> DESECHABLE | <input type="radio"/> MEDIA CARA | <input type="radio"/> CARA COMPLETA | MARCA: | MODELO /TIPO DE FILTRO: | PERIODO DE CAMBIO: CADA <input type="radio"/> AÑOS | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | |
| ACTIVIDAD | QUÍMICOS (FUENTE) | CONTROLES EXISTENTES | TIEMPO DE EXP. | REGISTROS (PPM) | | | | | OBSERVACIONES |
| | | | | CO | SO2 | Nox | H2S | CO2 | |
| 1.- | | | | | | | | | |
| 2.- | | | | | | | | | |
| 3.- | | | | | | | | | |
| NOMBRE DE EVALUADOR: | | | | | | | | | |

Anexo 5.- Plano de distribución



Anexo 6.- Certificado de calibración de equipo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

N°: LG - 0922021

Página (Page) 1 de 2

Green Group PE S.A.C

Av. Aviación 4210 Surquillo Lima - Perú
www.greengroup.com.pe
Central: 560-6134 / 273-3550



| | |
|---|--|
| INSTRUMENTO <i>Equipment</i> | Detector de gases |
| FABRICANTE <i>Manufacturer</i> | Rae Systems |
| MODELO <i>Model</i> | ToxiRAE Pro 3000 PGM-1800 |
| IDENTIFICACIÓN <i>Identification</i> | G02C000AQ5 |
| SOLICITANTE <i>Customer</i> | CONSULTORA & MEDIO AMBIENTE SSOMARS S.A.C. Jr. Jhon Dunnet 112, San Martín de Porres - Lima |
| FECHA/S DE CALIBRACIÓN <i>Date/s of calibration</i> | 2021-09-07 |

Signatario/s autorizado/s
Authorized signatory/ies

Fecha de emisión
Date of issue


ISAÍAS CURI MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

2021-09-07

- La incertidumbre expandida declarada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por un factor de cobertura $k=2$ tal que la probabilidad de cobertura sea de aproximadamente el 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensores calibrados, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.
- Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-LC-PR-01-03

Av. Aviación 4200-4210 - Surquillo

Central: 560-6134 / 273-3550

www.greengroup.com.pe

Certificado de Calibración

I.G - 0922021

Página 2 de 2

1. DATOS TÉCNICOS DEL INSTRUMENTO.

| | Rango de medición | Resolución |
|-------------|-------------------|------------|
| Isobutylene | 1 ppm a 999,9 ppm | 1 ppm |

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

La calibración se realizó por lecturas del instrumento con gases patrón según "Procedimiento PCG-01 para la calibración de analizadores de gases" Green Group PE S.A.C.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Laboratorio de Gases - Green Group PE

4. CONDICIONES AMBIENTALES.

| | Temperatura °C | Humedad relativa % H.R | Presión Atmosférica mbar |
|---------|----------------|------------------------|--------------------------|
| Inicial | 22.5 | 65.2 | 999.5 |
| Final | 22.7 | 63.1 | 999.3 |

5. TRAZABILIDAD.

| Patrón usado | Código Interno | N° de Cilindro / N° Certificado | F. Vencimiento |
|--------------|----------------|---------------------------------|----------------|
| Isobutylene | GGP-CG-09.3 | FBI-248-100-12 | 2022-05-31 |

6. RESULTADOS DE MEDICIÓN.

Lecturas antes del ajuste

| | Lectura del instrumento | Concentración del patrón | |
|-------------|-------------------------|--------------------------|-----|
| Isobutylene | 96.1 | 100.0 | ppm |

Lecturas de calibración.

Lectura de Isobutylene (VOC)

| Lectura del instrumento | Concentración del patrón | Corrección | Incertidumbre |
|-------------------------|--------------------------|------------|---------------|
| ppm | ppm | ppm | ppm |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| 100.0 | 100.0 | 0.0 | 2.1 |

7. OBSERVACIONES.

- El instrumento se ajustó antes de la calibración.
- La calibración se inició después de un periodo de atemperamiento y estabilización.
- Considerar que 1 ppm equivale a $1 \cdot 10^{-6}$ mol/mol.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

FO-LC-PR-01-03

Av. Aviación 4200-4210 - Surquillo

Central: 560-6134 / 273-3550

www.green-group.com.pe

1.- SOLICITANTE : HSE GOLDEN SOLUTION S.A.C.
Applicant
Dirección : JR. CAJACAY NRO. 226 URB. PARQUE EL NARANJAL
Address
1ETAPA LIMA - LIMA - LOS OLIVOS

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMOANEMÓMETRO
Measuring Instrument Thermo-Anemometer
Marca : HTI Serie : 2022010002331
Brand Serial
Modelo : HT-9829 Procedencia: CHINA
Model Made in:
Resolución : 0,1 m/s
Resolution 0,1°C

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN Calibrado el día 30/04/2021 en el Laboratorio de Metrología de INNOVA LABORATORIOS.
Date and place of calibration Calibrated on 30/04/2021 at the Laboratory of Metrology INNOVA LABORATORIOS

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN
Calibration method
Método de comparación directa según el "CUP ANEMOMETER CALIBRATION PROCEDURE" del Network of European Measuring Institutes.
Direct comparison method according to "CUP ANEMOMETER CALIBRATION PROCEDURE" del Network of European Measuring Institutes.

5.- INSTRUMENTOS /EQUIPOS DE MEDICIÓN Y TRAZABILIDAD
Instruments / Measuring equipment and traceability
Se utilizó un termooanemometro con certificado de calibración N° 98162.
Was used a flow sensor with Calibration Certificate No. 98162.

6.- RESULTADOS
Results
Los resultados se muestran en la página 02 del presente documento
The results are shown on page 02 of this document
La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura $k=2$ para un nivel de confianza del 95%
The uncertainty of measurement it has been determined using a coverage factor $k=2$ for a confidence level of 95%

7.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN
Calibrations conditions

| | Temperatura Ambiente Environment temperature | Humedad Relativa Relative humidity | Presión Atmosférica Atmospheric pressure |
|--------------------|---|---------------------------------------|---|
| INICIAL Initial | 22,4 °C | 60 % | 1000 mbar |
| FINAL Final | 22,6 °C | 61 % | 1000 mbar |

8.- OBSERVACIONES
Observations
Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 10 mediciones.
The results are the average of 10 measurements.
Se coloca una etiqueta indicando fecha de calibración y número de certificado.
Place a label indicating calibration date and certificate number.
La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
The frequency of calibration depends on the use, care and maintenance of the measuring instrument.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

INNOVA LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

The results are only valid certificate for the calibration object and refer to the time and conditions under which the measurements were made and should not be used as a certificate of conformity with product standards.

Users are advised to recalibrate the instrument at appropriate intervals, which should be chosen based on the characteristics of the work performed, the maintenance, conservation and use of instrument time.

INNOVA LABORATORIOS. is not responsible for damages that may result from improper use of this instrument or of an incorrect interpretation of calibration results reported here.

This calibration certificate traceable to national or international standards, which made the units according to the International System of Units (SI).





ANNA GUARNIZ LIMAYLLA
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA
INNOVA LABORATORIO





LORENA VILLANUEVA LINARES
GERENTE GENERAL
INNOVA LABORATORIO

9.- RESULTADOS
Results

Fecha de emisión 30/04/2021
Issue date

9.1 SENSOR DE FLUJO
FLOW SENSOR



| Valor nominal <i>Nominal Value</i> | Valor encontrado <i>Value found</i> | Desviación <i>Deviation</i> | Incertidumbre <i>Uncertainty</i> |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| (m/s) | (m/s) | (m/s) | (m/s) |
| 0,70 | 0,80 | 0,10 | 0,200 |
| 5,60 | 5,40 | -0,20 | 0,200 |
| 12,70 | 12,80 | 0,10 | 0,200 |
| 19,50 | 19,60 | 0,10 | 0,200 |

9.2 SENSOR DE TEMPERATURA
TEMPERATURE SENSOR

| Valor nominal <i>Nominal Value</i> | Valor encontrado <i>Value found</i> | Desviación <i>Deviation</i> | Incertidumbre <i>Uncertainty</i> |
|---------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|
| (°C) | (°C) | (°C) | (°C) |
| 18,410 | 18,400 | -0,010 | 0,5 |
| 25,620 | 25,600 | -0,020 | 0,5 |
| 30,290 | 30,280 | -0,010 | 0,5 |



(FIN DEL DOCUMENTO)
(Document end)

Anexo 7.- Ficha técnica de los equipos de medición



K-600

Gas detector with built in pump



Technical Parameters

| |
|---|
| Gas sampling method: Pumping |
| Alarm methods: sound, light, vibration, curve display |
| Working Temperature: -20°C-50°C |
| Power: 3.7V 3600mA rechargeable lithium battery |
| Charging time: 4-6 hours |
| Display: 2.4 inch colored LCD display |
| Operating time: working continuously for at least 10 hours |
| Explosion proof: Exib IIC T4 Gb |



Size: 174x68x47mm

K-600 Gas detector with built in pump

K-600 portable multi-gas detector with built-in pump is a new intelligent gas detector, which adopts an advanced integrated circuit, with standard intelligent level design technology, and proprietary digital analog hybrid communication technology. The detector is of excellent sensitivity and repeatability, which makes it very easy to use and maintain. Thus greatly meets the safety requirements of industrial sites with high reliability. The detector is made of high-strength engineering plastics, compound non-slip rubber, which is of high strength and good hand feeling, what's more, the detector is water-proof, dust-proof and explosion-proof.

It is widely used in petroleum, chemical, environmental, metallurgy, refining, gas transmission and distribution, biochemical medicine, agricultural and other industries.



Industrial sensor



Four alarm methods



Large capacity battery



Chinese-English switching



New UI



Anti-fire, water, dust



Technique Datars

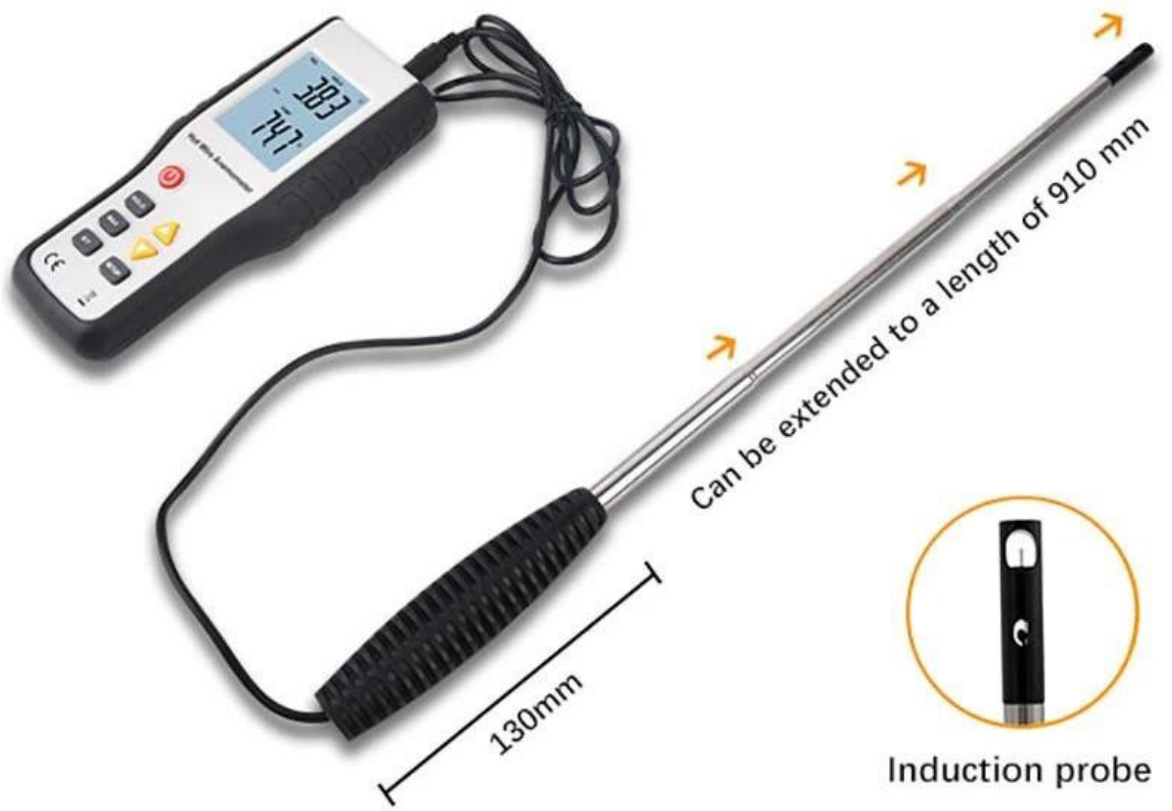
| Gas | Range | Low Alarm | High Alarm | Deviation |
|-----|----------------|-----------|------------|-----------|
| EX | (0 ~ 100)%LEL | 20%LEL | 50%LEL | 1%LEL |
| H2S | (0 ~ 100) ppm | 10ppm | 35ppm | 1ppm |
| CO | (0 ~ 1000) ppm | 50ppm | 150ppm | 1ppm |
| O2 | (0 ~ 30)%vol | 19.5%vol | 23.5%vol | 0.1%vol |



+90 312 220 11 59

info@yedic.co

Üniversiteler Mh., İhsan Doğramacı Blv. No. 19 Silikon Blok BK12/b
ODTÜ-Teknokent, 06800, Çankaya/Ankara, Türkiye



Wind speed



Wind temperature



Air volume



Backlight



Unit switching



MAX and MIN



Automatic shut-down






Screen Display


- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Battery level indicator | 8. Air quantity display |
| 2. Main display: wind speed value | 9. Temperature unit |
| 3. Wind speed unit | 10. Area unit |
| 4. Measurement type | 11. Auto power off symbol |
| 5. Lower display: air quantity, temperature. | 12. Data holding |
| 6. Max/Min display | 13. Setting model symbol |
| 7. Multiples display | 14. Wind speed measurement |

Anexo 8.- Procedimiento de monitoreo

| | | | | |
|---|--|---------|---------------------|------------|
|  | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 | |
| | | Versión | 01 | |
| | PROCEDIMIENTO | | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | | Páginas | 1 de 10 |


PROCEDIMIENTO DE MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES PARA DIOXIDO D CARBONO (CO₂)

| | | |
|--|---|--|
| Copia Controlada N° ____ | | |
| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
| Rolmier Villegas Supervisor de SST | Norma Corimayhua Jefe de Administración y finanzas/ Jefe de Proyectos | Wilmer Peres Gerente General / Representante Dirección |

| | | | | |
|--|--|--|----------------------------|--------------|
|  INSSMA <small>INGENIEROS CONSULTORES</small> | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | | Código | SGSST-PR-010 |
| | | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | | Páginas | 2 de 10 |

INDICE

| | | |
|----|---------------------------------------|---|
| 1. | OBJETIVO: | 3 |
| 2. | ALCANCES: | 3 |
| 3. | DEFINICIONES:..... | 3 |
| 4. | LEGISLACIÓN APLICABLE..... | 3 |
| 5. | PROCEDIMIENTO:..... | 4 |
| | 5.1 ANTES DEL MONITOREO: | 5 |
| | 5.2 DURANTE EL MONITOREO | 6 |
| | 5.3 DESPUÉS DEL MONITOREO | 8 |
| | 5.4 ENTRADA EN VIGOR Y VIGENCIA | 9 |
| 6. | ANEXOS..... | 9 |

| | | | |
|---|--|----------------------------|--------------|
|  INSSMA INGENIEROS CONSULTORES | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 3 de 10 |

1. Objetivo:

Establecer las pautas a seguir por el personal de Monitoreo (higienistas y ergonomistas) para la evaluación de dióxido de carbono (CO₂)


2. Alcances:

Este procedimiento debe ser conocido por todo el personal que realice trabajos de monitoreo (higienistas y ergonomistas), en nombre de la Empresa, para cubrir el servicio de evaluación de dióxido de carbono (CO₂).

3. Definiciones:

- **Dióxido de Carbono:** Gas sin color ni olor. Es un producto de desecho producido por el cuerpo. El dióxido de carbono circula en la sangre desde los tejidos del cuerpo hasta los pulmones. La respiración limpia el dióxido de carbono de los pulmones. cuya fórmula química es CO₂ es un compuesto químico que se encuentra mayormente en la atmósfera formando parte del ciclo del carbono que es vital para la vida en la Tierra. El dióxido de carbono es una molécula lineal compuesta de un átomo de carbono enlazado con dos átomos de oxígeno: CO₂.
- **Medidores de CO₂:** Es una herramienta que se utiliza para la medición de CO₂ en un entorno definido. Regularmente los dispositivos relacionan el CO₂ en partes por millón (ppm) en los espacios donde se concentra este gas y obtenemos la concentración en el aire que inhalamos. Estos modelos de mediciones se han transformado en un elemento indispensable para un medio como el actual (Castañeda et al., 2020).
- **Medio captador:** Dispositivo en el cual se absorber el gas de interés.
- **Higienista:** Profesional especialista con amplios conocimientos en Higiene ocupacional capaz de identificar, evaluar, comunicar y controlar los agentes ambientales físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales. Además de brindar capacitación referidos a los riesgos de la salud ocupacional en todos los sectores productivos y comerciales.

4. Legislación Aplicable

| | | | |
|---|--|---------------------|--------------|
|  | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 4 de 10 |


- **DECRETO SUPREMO 015-2005-SA:** Reglamento sobre los valores límite permisible para agentes químicos en el ambiente de trabajo.
- **RITE – Reglamento de instalación es térmicas en los edificios – actualización 2021, Gobierno de España.**

5. Procedimientos:

- **ISO 16000 26:** Estrategia de muestreo de Dióxido de Carbono, Esta metodología indica las características que se deben tener en cuenta para realizar una correcta medición de dióxido de carbono CO₂ en ambientes laborales.

5.1 En Gabinete


- A. Coordinar con el cliente sobre los grupos de exposición similar a evaluar las condiciones donde se realizará la evaluación y el histórico de las evaluaciones anteriores.
- B. Corroborar la disponibilidad de equipos y accesorios que se necesitarán para realizar el monitoreo de CO₂ (Dióxido de carbono), los equipos necesarios se mencionan a continuación:
 - Detector de gas con sensor de CO₂
 - Trípode
 - Manguera de calibración
 - Cargador de equipo detector de gas
- C. Presentar con anterioridad de una semana el pedido de certificados de calibración de laboratorio al cliente (certificado y equipos patrones).
- D. Realizar una prueba de verificación de funcionamiento del equipo detector de gas, con la finalidad de: detectar alguna falla de funcionamiento en el equipo, golpes ralladuras o desgaste de batería. De encontrarse fallas en la función de aspiración de la bomba, éste debe ser separado y etiquetado para realizar un mantenimiento posteriormente, con la finalidad de hacer efectivo su funcionamiento y entregar un servicio de calidad.

| | | | |
|--|--|----------------------------|--------------|
|  INSSMA <small>INGENIEROS CONSULTORES</small> | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 5 de 10 |

- E. Verificado el funcionamiento de los equipos, se procederá a llenar el Reporte de Calibración de equipos. Revisar el llenado del reporte y firmar.
- F. Se debe solicitar un croquis de ubicación de la Empresa a visitar, además de un plano donde se pueda identificar los diferentes ambientes a monitorear en el interior de la empresa. La solicitud del plano se debe realizar en coordinación con la Empresa cliente.
- G. Una vez preparado todos los materiales y equipos a usar, se debe tener a mano la cantidad necesaria del Registro de Monitoreo de agentes ocupacionales de gases. (ANEXO 1).

5.2 Antes del Monitoreo


- A. Se debe coordinar una reunión previa con el solicitante del servicio, en la que se deberán tratar temas como: La presentación del equipo monitorista, Los procedimientos de seguridad y emergencia que existen en la Empresa cliente y el sistema de comunicación, que se debe seguir ante cualquier situación que lo amerite.
- B. Si el cliente tiene especificado el personal para realizar el monitoreo, en la reunión previa, se debe establecer vínculos con los jefes inmediatos del personal al que se le realizará la evaluación de CO₂ (Dióxido de Carbono).
- C. En un lugar seguro, al aire libre se deberá realizar la calibración en campo del equipo detector de gas, esto se debe realizar de la siguiente manera:

| | | | |
|--|--|---------------------|--------------|
|  INSSMA <small>INGENIEROS CONSULTORES</small> | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 6 de 10 |

- Tener preparado el equipo y la manguera de calibración.
 - Encender el equipo detector de gas.
 - Dejar que el equipo haga su auto calibración
 - Esperar hasta que el equipo termine la función calibración, esperar la señal del equipo.
 - Una vez terminado proceder a llevar el equipo a la zona a evaluar.
 - Apuntar los valores resultantes del equipo
- D. Una vez calibrada la bomba de muestreo se debe armar el equipo y los accesorios:
- Instalar el equipo en el trípode, con el cuidado de no dejarlo inestable.
 - Encender el equipo y programar el muestreo.
- E. Una vez Realizada la instalación, tenemos que dirigirnos a la persona a muestrear para este se debe tener la certeza de estar orientado, es decir, en ubicación; dentro de la empresa (Plano de interiores de la empresa cliente), esto para evitar posterior pérdida de tiempo útil de monitorista o que se pierda dentro de la empresa, además de evitar posibles accidentes por encontrarse en lugares no avisados del servicio de monitoreo que se realizará.
- F. Luego se debe dirigir al área donde se realizará el servicio de evaluación de CO₂ (Dióxido de Carbono), reconocer el supervisor encargado y al operario que será sometido a la evaluación.

5.3 Durante el Monitoreo

- A. Para esta etapa, ya se debe haber clasificado las áreas de trabajo donde se realizará la evaluación, se habrá determinado qué grupos de trabajadores serán muestreados para la evaluación a gases y determinado cuántas muestras se necesita.
- B. En compañía del supervisor del área, se interceptará al operario en el lugar donde desarrolla sus actividades, el monitorista debe presentarse al trabajador y explicar cuál es el propósito y el procedimiento del muestreo o monitoreo.

| | | | | |
|---|--|---------|---------------------|------------|
|  | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 | |
| | | Versión | 01 | |
| | PROCEDIMIENTO | | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | | Páginas | 7 de 10 |

C. Se procede a llenar el Registro de Monitoreo de agentes ocupacionales de CO₂ (Dióxido de Carbono) con la información personal del operario y la que sea requerida según las características de las actividades realizadas por el personal muestreado.


D. Una vez culminado lo antes descrito se procede a realizar las siguientes actividades para la toma de muestra:

- Coloque el equipo a la altura de la cintura o a 1.5 metros de altura de la persona a realizar la evaluación de exposición de CO₂ (Dióxido de Carbono).
- Asegúrese de que el equipo se encuentre fijo y no interrumpa al trabajador durante la realización de sus actividades.
- Coloque el trípode y el equipo de preferencia al centro del área.
- Verificar que la instalación del equipo en el área no sea incómoda ni interfiera en el trabajo que se realizará

E. Se debe dar las siguientes advertencias, con respecto al equipo que se instaló y las actividades que realiza el operario:

- Enfaticé al trabajador la importancia de trabajar de manera habitual, haga el equipo detector de gas no debe interferir con las labores normales.
- Desanime al trabajador para que no tape el orificio por donde absorbe aire el equipo.
- Instruya al trabajador para que:
 - ✓ Realicen su labor cotidianamente.
 - ✓ No golpee, ni manipule el equipo detector de gas.
- Mantenga el orificio descubierto.
- Mencione al trabajador que usted regresará periódicamente para examinar el funcionamiento del equipo y a chequear el funcionamiento del equipo.


F. Encienda el equipo detector de gas y registre la hora de inicio.

| | | | |
|--|--|---------------------|--------------|
|  INSSMA <small>INGENIEROS CONSULTORES</small> | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 8 de 10 |

- G. El higienista debe observar las características del área evaluada a fin de tener noción de poder explicar luego por qué el valor que se registre en el análisis posterior, a fin de dar sustento en el informe que se entregará.
- H. El tiempo de toma de muestra dependerá será aproximadamente 20 min.
- I. Durante el periodo de muestreo, registre por escrito toda la información pertinente al Registro de Monitoreo de agentes ocupacionales de los gases de interés (Anexo 1).
- J. Apague el equipo y retire cuidadosamente de su posición.
- K. De ser posible, explique los resultados al trabajador. Se recomienda entregar cartillas, hojas informativas o folletos acerca de los efectos del gas o los gases a los cuales están expuestos.

5.4 Después del Monitoreo

- Después del monitoreo, el higienista y la persona evaluada deberán firmar el SGSTT- FR-002. Formato de Resumen de Resumen de Campo del Día.
- Para la evaluación e interpretación de los resultados, se considerarán los siguientes criterios:
 - a) Datos de la hoja de seguridad MSDS.
 - b) Se debe tener conocimiento de los límites máximos permisibles de los gases medidos.
 - c) Se debe calcular un promedio de mediciones realizadas.
 - d) Se debe realizar una comparación del resultado obtenido, con el límite máximo permisible del gas medido.
 - e) Una vez obtenidos los resultados se redactarán las conclusiones con sus respectivas recomendaciones para cada punto donde se realizó la medición, y si es posible un registro fotográfico.

| | | | |
|--|--|----------------------------|--------------|
|  INSSMA <small>INGENIEROS CONSULTORES</small> | SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Código | SGSST-PR-010 |
| | | Versión | 01 |
| | PROCEDIMIENTO | Fecha de Aprobación | 15/01/2021 |
| | MONITOREO DE AGENTES OCUPACIONALES DE DIOXIDO DE CARBONO (CO₂) | Páginas | 9 de 10 |

5.5 Entrada en Vigor y Vigencia

El presente documento será de aplicación a partir de siguiente día hábil después de la fecha de su promulgación y su vigencia se mantendrá mientras no sea modificado o derogado por otro posterior.

6. Anexos

- Formato de Monitoreo de agentes ocupacionales de gases

Anexo 9.- Hoja de cálculo y comparación para el monitoreo de CO₂ y ventilación

| Nº | AREA / PUESTO | Nº CAS | ELEMENTO | FACTOR DE CORRECCIÓN (Fc) | CONCENTRACIÓN ISOBUTILENO (ppm) | CONCENTRACIÓN DE LA MEZCLA | % DE COMPOSICIÓN | CONCENTRACIÓN DEL ELEMENTO (ppm) | TIEMPO DE EXPOSICIÓN (min) | CONCENTRACIÓN LLEVADA A 8 HORAS | *TLV-TWA (ppm) | INDICE DE EXPOSICIÓN N % | NIVEL DE RIESGO | ¿Cumple con DS 015-2005 SA? |
|----|---------------------|----------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 1 | Sellado / Maquinist | 78-79-5 | Isopreno 5% | 0.63 | 2 | 1.26 | 5 | 0.063 | 300 | 0.04 | 200 | 0.02% | BAJO | SI CUMPLE |
| 2 | Lavado / Canequero | 71-23-8 | N-propanol 65% | 5.5 | 8 | 44 | 65 | 28.6 | 180 | 10.73 | 200 | 5.36% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 141-78-6 | Acetato de etilo 15% | 3.8 | 8 | 30.4 | 15 | 4.56 | 180 | 1.71 | 400 | 0.43% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 109-60-4 | N-propil acetato 15% | 3.5 | 8 | 28 | 15 | 4.2 | 150 | 1.31 | 200 | 0.66% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 108-65-6 | Metoxi propanol 5% | 5 | 8 | 40 | 5 | 2 | 180 | 0.75 | 100 | 0.75% | BAJO | SI CUMPLE |
| 3 | Presora 6 / Maquini | 64-17-5 | Etanol 24% | 9.6 | 25 | 240 | 24 | 57.6 | 300 | 36.00 | 1000 | 3.60% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 110-80-5 | Etoxiopropanol 24% | 1.3 | 7 | 9.1 | 24 | 2.184 | 300 | 1.37 | 5 | 27.30% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 141-78-6 | Acetato de etilo 14% | 3.8 | 7 | 26.6 | 14 | 3.724 | 300 | 2.33 | 400 | 0.58% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 109-60-4 | N-propil acetato 24% | 3.5 | 7 | 24.5 | 24 | 5.88 | 300 | 3.68 | 200 | 1.84% | BAJO | SI CUMPLE |
| | | 71-23-8 | lcohol isopropílico 13 | 5.5 | 7 | 38.5 | 13 | 5.005 | 300 | 3.13 | 200 | 1.56% | BAJO | SI CUMPLE |