

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE
MONOXIDO DE CARBONO EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE LIMA -
2020”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO.**

WILLY ERNESTO PACHAS HUILCA

Callao, 2021

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Willy Ernesto Pachas Huilca", written in a cursive style.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Willy Ernesto Pachas Huilca", written in a cursive style.

(Resolución N°063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

**ACTA N° 032 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL II CICLO TALLER
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO N° 080 ACTA N° 032 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

A los 16 días del mes de Julio del año 2021, siendo las 21:51 horas, se reunieron, en la Sala Meet, <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, el JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL para la obtención del Título Profesional de INGENIERO MECÁNICO de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | |
|--|--------------------|
| ▪ Dr. José Hugo Tezén Campos | :Presidente |
| ▪ Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci | :Secretario |
| ▪ Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez | :Vocal |
| ▪ Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias | :Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller **PACHAS HUILCA, WILLY ERNESTO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el Informe Titulado: titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR UBICADO EN LIMA – 2020"** 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 (Dieciséis)**, 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° 245-2018-CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrado la Sesión a las **22:16** horas del día **16** de **Julio** del **2021**.

Dr. José Hugo Tezén Campos
Presidente de Jurado

Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
Secretario de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Suplente

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mi esposa, mis hijos quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias.

DEDICATORIA

En primer lugar, a los docentes que me guiaron en este largo proceso para obtener mi título universitario.

A toda mi familia, en especial a mi esposa e hijos por creer en mí.

A mis amigos por apoyarme y darme fuerzas.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES	6
1.1. OBJETIVOS	6
1.1.1. Objetivo General.....	6
1.1.2. Objetivos Específicos	6
1.2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	6
1.2.1. Información Estratégica	7
1.2.2. Estructura Organizacional	7
1.2.3. Actividades realizadas en la empresa	9
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	10
2.1. ANTECEDENTES	10
2.1.1. Antecedentes Nacionales	10
2.1.2. Antecedentes Internacionales	12
2.2. MARCO TEÓRICO	13
2.2.1. Exigencias en el ambiente	13
2.2.2. Ventilación	15
2.2.3. Ventiladores.....	18
2.2.4. Leyes de los ventiladores.....	21
2.2.5. Normas Nacionales e internacionales y códigos	23
2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.	24
2.3.1. Descripción del proyecto.....	24
2.3.2. Cálculo de Caudal de Aire de Extracción	25
2.3.3. Cálculo de Caudal de Aire de Inyección	28
2.3.4. Cálculo de Dimensión de Ductos.....	28
2.3.5. Calculo de Dimensión de Rejillas	31
2.3.6. Cálculo para determinar la pérdida de presión en ducto de extracción e inyección.....	32
2.3.7. Selección de equipos	33
III. APORTES REALIZADOS	35
3.1. CALCULOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS	35
3.1.1. Cálculo de Caudal de Aire de Extracción	35
3.1.2. Cálculo del Flujo de Aire a Inyectar	39
3.1.3. Cálculo para determinar la dimensión de ductos, rejillas y la pérdida de presión de extracción e inyección.....	40
3.1.4. Selección de Equipos	45

3.2. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION	49
3.2.1. Planificación de las Instalaciones a realizar	49
3.2.2. Instalación de Ductos	51
3.2.3. Instalación de Equipos	52
3.2.4. Instalación de Rejillas	55
3.2.5. Instalación de Tableros de Control y fuerza	55
3.2.6. Instalación de Sensores de Monoxido	56
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
V. RECOMENDACIONES	60
VI. BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestra de síntomas reportadas por la inhalación de Monóxido de carbono	14
Tabla 2: Resumen de las normas internacionales para los requisitos de ventilación de los estacionamientos cerrados.....	15
Tabla 3: Renovaciones de Aire por hora para estacionamientos sin ventilación natural	25
Tabla 4: Velocidades máximas recomendadas (Sistemas de Baja Velocidad).....	31
Tabla 5: Características de los estacionamientos	35
Tabla 6: Caudal según RNE por zona.....	36
Tabla 7: Caudal según RNE EM-030 ART por zona.....	37
Tabla 8: Caudal según ASHRAE por zona.....	38
Tabla 9: Comparativo de los caudales obtenidos por zona	39
Tabla 10: Caudal de Extracción e Inyección por zona	39
Tabla 11: Cálculo de dimensionamiento de rejillas	40
Tabla 12: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 1 ...	41
Tabla 13: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 2 ...	42
Tabla 14: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 3 ...	43
Tabla 15: Cálculo de la Caída de Presión para Caudal de Extracción	44
Tabla 16: Características de los equipos de inyección a seleccionar	45
Tabla 17: Características del equipo de extracción a seleccionar.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organización General de ECOTECNICA	8
Figura 2: Ventilación Natural	16
Figura 3: Ventilación General por dilución	16
Figura 4: Ventilación general por dilución tomada.....	17
Figura 5: Ventilación General por dilución tomada	18
Figura 6: Ventilador Axial con alas guías	19
Figura 7: Ventilador Tubo axial	19
Figura 8: Ventilador Helicoidal	20
Figura 9: Ventilador Centrifugo	21
Figura 10: Tipos de aspas de impulsor para ventiladores centrífugos	21
Figura 11: Curva característica de un ventilador.....	22
Figura 12: Cronograma de Avance de Obra:.....	49
Figura 13: Ductos para la Extracción de Monóxido	51
Figura 14: Montante de descarga del equipo extractor de Monóxido.....	52
Figura 15: Equipo extractor de Monóxido.....	53
Figura 16: Equipos Jet-Fan	54
Figura 17: Ubicación de los Equipos Jet-Fan en el Semisótano	54
Figura 18: Ubicación de los Equipos Jet-Fan en el Sótano.....	55
Figura 20: Rejillas de Inyección de Aire Fresco	56
Figura 19: Rejillas de extracción de Monóxido.....	56

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de extracción de monóxido de carbono de sótanos en un Edificio Multifamiliar de Lima en el 2020.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Describir el diseño de un sistema de extracción de monóxido de carbono de sótanos en un Edificio Multifamiliar de Lima en el 2020.
- Calcular el caudal que requiere el sistema de extracción de monóxido de carbono de sótanos, siguiendo normas nacionales e internacionales, en un Edificio Multifamiliar de Lima en el 2020.
- Calcular la dimensión de los ductos metálicos y rejillas de ventilación del sistema de extracción de monóxido de carbono de sótanos en un Edificio Multifamiliar de Lima en el 2020.
- Determinar las características de los equipos electromecánicos del sistema de extracción de monóxido de carbono de sótanos en un Edificio Multifamiliar de Lima en el 2020.

1.2. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa en la que se realizara este informe es INVERSIONES GENERALES TECNICAS S.A. también conocida por su nombre comercial de ECOTECNICA, esta es una empresa peruana dedicada a brindar soluciones de ingeniería en climatización, ventilación y refrigeración, para el sector residencial, comercial e industrial. Cuenta con más de 20 años de experiencia en los cuales cumplido su labor con gran seriedad y eficiencia participando en proyectos de variada envergadura a nivel local y nacional, atendiendo a una cartera de importantes empresas e instituciones públicas y privadas, enfocando sus esfuerzos a la total satisfacción de sus clientes. ECOTECNICA trabaja con las marcas más representativas del mercado, como AIRLAN, SAMSUNG, LG, YORK, TRANE,

CARRIER, MIDEA, KHONE en aire acondicionado y en ventilación mecánica SODECA, SOLER & PALAU, SYSTEMAIR, PROTEC, garantizando el respaldo para cada proyecto instalado, de acuerdo a la solicitud de cada cliente y en base a la experiencia de la empresa brindando un asesoramiento personalizado.

1.2.1. Información Estratégica

- Visión

Ser la empresa líder en el mercado de HVAC a nivel nacional satisfaciendo a nuestros clientes brindándoles productos a nuestros clientes, brindándoles productos de calidad y con un excelente servicio.

- Misión

Entregar soluciones integrales y oportunas a nuestros clientes diferenciándonos por ofrecer un servicio de calidad con profesionales calificados con el único objetivo de satisfacer sus necesidades y requerimientos respetando el medio ambiente

- Valores

- Respeto

- Responsabilidad

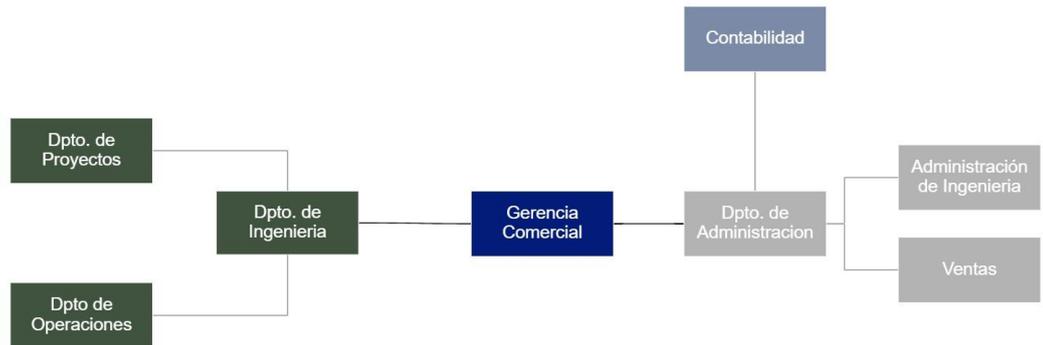
- Compromiso

- Excelencia

1.2.2. Estructura Organizacional

La empresa cuenta con departamentos que cumplen diferentes propósitos de acuerdo a las funciones asignadas todo con el fin de cumplir de manera eficiente con todos los clientes.

Figura 1: Organización General de ECOTECNICA



miro

Fuente: Elaboración Propia

Gerencia Comercial

En este departamento se centralizan los esfuerzos conjuntos del Dpto. de Ventas y el Dpto. de Ingeniería. Contactando con las personas indicadas para que las propuestas cumplan con todos los requerimientos tanto técnicos, económicos y de calidad del cliente

Departamento de Ingeniería

Departamento de Proyectos

Departamento constituido por Ingenieros especialistas en el desarrollo de proyectos de climatización y ventilación mecánica (HVAC) apoyado por software especializado para la elaboración de la ingeniería requerida de los clientes, además de contar con nuestra área de costos y presupuestos especializada para optimizar y poder ofrecerles propuestas técnico económicas altamente competitivas.

Departamento de Operaciones

La empresa dispone de profesionales con amplia experiencia y capacidad técnica para el desarrollo de las instalaciones de proyectos realizados por la empresa y/o terceros, apoyados por toda una estructura logística para el desarrollo de su operación.

Departamento de Administración

Departamento de Ventas

El departamento de ventas se encuentra conformado por profesionales que establecen un Plan de Ventas y desarrollan las actividades correspondientes para el cumplimiento de las metas en cuanto al seguimiento de clientes actuales, seguimiento de proyectos nuevos y a la prospección de clientes nuevos.

Departamento de Administración de Ingeniería

La empresa entiende que más allá de la parte técnica de las obras que se manejan también se necesita un control Administrativo que apoye al Área de Ingeniería a manejar de forma eficiente los recursos y apoye con la gestión documentaria para la entrega de las obras.

Departamento de Contabilidad

El Departamento de Contabilidad de la empresa se encarga de registrar y reportar las operaciones financieras de acuerdo a las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) y a las políticas y normas indicadas por la SUNAT

1.2.3. Actividades realizadas en la empresa

Sistemas de Aire Acondicionado

La empresa brinda el servicio de diseño e implementación de sistemas de Aire Acondicionado Comerciales e industriales y sistemas especiales.

Sistemas de Ventilación Mecánica

La empresa brinda el servicio de diseño e implementación de sistemas de Ventilación mecánica comercial e industrial.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

El *boom* de la construcción en el Perú en específico en la ciudad de Lima y asimismo el déficit de vivienda existente, ha ocasionado el aumento de la construcción de edificios multifamiliares, en los diferentes distritos de nuestra capital.

Paralelamente, el costo del terreno y en el cumplimiento del requerimiento de mínimo 1 estacionamiento vehicular por cada 3 unidades de viviendas, solicitados por el Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2019) a las inmobiliarias, ocasionan que se proyecten construcciones de edificios con cada vez más estacionamientos en sótanos.

Dentro de este panorama, resulta imprescindible manejar y reducir las sustancias contaminantes dentro de un sótano de estacionamientos, que no cuenta con ventilación natural, y que la expulsión de gases contaminantes, como el monóxido de carbono de los vehículos automotrices se estanquen y representen un peligro para los usuarios de los sótanos, de quienes habitan el Edificio Multifamiliar.

Esta investigación busca aplicar una metodología para diseñar e implementar un sistema de ventilación mecánica cruzada, en específico, de extracción de monóxido en sótanos, utilizados como estacionamientos en edificios multifamiliares, que cumpla con todas las normas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y sea eficiente con respecto al uso de recursos.

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Según (Remon Zavaleta, 2016) en su investigación realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos titulada: "Sistema de extracción de monóxido de carbono para estacionamientos en los sótanos del edificio corporativo Panorama". En su investigación desarrollo el diseño de extracción mecánica de monóxido para los estacionamientos subterráneos, que comprende 9 sótanos

del edificio de oficinas corporativas Panorama Plaza. El objetivo del sistema es asegurar que la concentración de monóxido de carbono en dichos sótanos, este por debajo de los 35 ppm, cumpliendo con las normas internacionales de acuerdo a lo especificado por la Asociación Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) y que a su vez cumpla con 5 renovaciones por hora de acuerdo a lo que especifica la norma nacional vigente de Edificaciones (RNE).

Según (Torres Melgarejo, 2014), en su investigación titulada: "Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles". Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. El trabajo consistió en el diseño de un sistema de ventilación por depresión, usando 30 rejillas de extracción en cada uno de los tres niveles del estacionamiento de un edificio. Se realizó el diseño del sistema para cada piso, considerando para el primer sótano un caudal de 9,756 l/s con una caída de presión de 630.6 Pa, para el segundo sótano 10,365 l/s con una caída de presión de 682.1 Pa y para el tercer sótano 10,975 l/s y 745.9 Pa. Bajo estas condiciones se seleccionaron los equipos y los motores eléctricos que puedan accionarlos.

Según (Marcial Valladares, 2019) en su investigación "Diseño de un sistema de ventilación mecánica para asegurar la concentración permisible de monóxido de carbono en el estacionamiento subterráneo del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloría General de la Republica". Investigación realizada para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico en la Universidad Tecnológica del Perú. Este trabajo tenía como objetivo evitar altas concentraciones de monóxido de carbono que generen perjuicios para los usuarios, por ello se diseña un sistema de ventilación mecánica, definiendo el caudal de aire requerido, el sistema de ductos necesarios y los equipos y accesorios.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Según (Acosta Gomez, 2017), en su investigación titulada: “Concentraciones de monóxido de carbono y su incidencia en la salud del personal que labora en el parqueadero del edificio principal del GAD municipal de Ambato”. Trabajo de Investigación de Magister presentada para la Universidad Técnica De Ambato. El trabajo indica las consecuencias dañinas de una mala y deficiente extracción mecánica, ya que, por el único lugar que se puede ingresar aire del exterior se está sacando produciendo un efecto de remolino y volviendo a ingresar el mismo aire. Si bien, las concentraciones de monóxido no exceden el límite permitido, se puede verificar que si existen molestias leves en la salud de los trabajadores.

Según (Marin Tovar, 2013) , en su investigación titulada: “Diseño de un sistema de ventilación mediante el uso de CFD”. Tesis de Grado presentada para obtener el título de Ingeniero Mecánico en Universidad San Francisco de Quito. La tesis diseña un sistema de ventilación mecánica que basa su funcionamiento en conductos de ventilación, ventiladores axiales y ventiladores por impulsión (Jet-Fans). El aire ingresa del exterior por los conductos de inyección, los Jet-Fans, ubicados en el techo de los subsuelos, conducen el aire por el interior del parqueadero y, los conductos de extracción lo expulsan al exterior.

En el proyecto presentado por (Franco Barbero, 2013-2014) titulado: “Caso práctico del sistema de ventilación en edificio según CTE-HS-3 para urbanización con aparcamiento subterráneo” presentado a la Universidad Técnica de Cartagena muestra la aplicación práctica de un sistema de ventilación mecánica según las reglamentaciones del país. Sistema en el cual incluye la extracción de Monóxido para el garaje subterráneo común del edificio. Esta investigación no diseña el proyecto, sino lo implementa por lo que muestra con detalle la puesta en obra del sistema.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Exigencias en el ambiente

En la actualidad cada operación o proceso realizado industrialmente genera un residuo de sustancias y preparados químicos. Estas sustancias como partículas, gases, vapores y/o nieblas se presentan en diversas concentraciones lo que puede en cierta medida puede llegar a ser tóxico para los usuarios que frecuenten ese ambiente. (Generalitat Valenciana, 1992). En busca de controlar este riesgo potencial continuo es que se implementan diversos sistemas de ventilación.

a Monóxido de Carbono

Dentro de los gases más peligrosos y tóxicos se encuentra el Monóxido de Carbono, pues a “una concentración de 0,5% de CO en el ambiente puede poner en riesgo la vida de un individuo en aproximadamente de 15 a 20 minutos” (Carbon Monoxide Poisoning, 1998).

El riesgo de este gas aumenta en función a la concentración que se exista en el ambiente, sus síntomas pueden variar desde malestares hasta la muerte.

b Consecuencias de Inhalación de Monóxido de Carbono

El monóxido de carbono es un gas que muchas veces pasa desapercibido por los sentidos, por esta razón aún se hace mucho más peligroso que otros que habitan en la atmósfera, cuando un transeúnte inhala este gas en cantidades importantes, puede llegar a tener problemas de salud, ya que causa que por la sangre se distribuya progresivamente cada vez menos oxígeno. El tiempo de inhalación es importante, debido a que, mientras más tiempo se está expuesto mayor serán los problemas que se tiene en el organismo. Muchas personas han sufrido de muerte progresiva debido al envenenamiento o a la intoxicación de monóxido de carbono. La inhalación premeditada o de manera accidental puede derivar a la muerte. En algunas ciudades de los Estados Unidos han llegado

estadísticas que según exámenes se produjeron víctimas mortales en alrededor de 600 individuos (Carbon Monoxide Poisoning, 1998)

Tabla 1: Muestra de síntomas reportadas por la inhalación de Monóxido de carbono

Síntoma	% de pacientes
Dolor de Cabeza	91
Mareos	78
Fatiga	54
Nauseas	47
Aturdimiento	43
Ahogamiento	40
Disminución de la Visión	25
Dolor pectoral	9
Inconciencia	6
Dolor de Abdomen	6
Espasmos	5

Fuente: (Carbon Monoxide Poisoning, 1998)

c Concentración Permisible de Monóxido de Carbono

Para realizar los cálculos y por consiguiente el diseño del sistema es necesario conocer cuáles son los valores de concentraciones permisibles de monóxido de carbono, puesto que, al admitir un rango por encima del que los especialistas recomiendan no serviría cabalmente a su propósito.

La tabla 2, muestra el tiempo de exposición de personas con el monóxido de carbono con respecto a la escala de concentración permisible de este gas, además normas de entidades internacionales autónomas como ASHRAE y NIOSH.

Para el Perú; el Reglamento Nacional de Edificaciones en sus normas vigentes con respecto a las atribuciones y recomendaciones que se deben tomar en estos casos es que la concentración máxima de monóxido de carbono de 50 ppm (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020)

Tabla 2: Resumen de las normas internacionales para los requisitos de ventilación de los estacionamientos cerrados

Norma	Tiempo (Horas)	CO máx. (ppm)
ACGIH	8 horas	25
ASHRAE	8 horas	9
	1 hora	35
Canadá	8 horas	11 a 13
	1 hora	25 a 30
España	8 horas	50
	1 hora	125
Finlandia	8 horas	30
	15 minutos	75
Francia	20 minutos	100
ICBO	8 horas	50
	1 hora	200
NIOSH / OSHA	8 horas	35
Países Bajos	30 minutos	200
Reino Unido	8 horas	50

Fuente: (Ventilation for Enclosed Parking Garages, 2001)

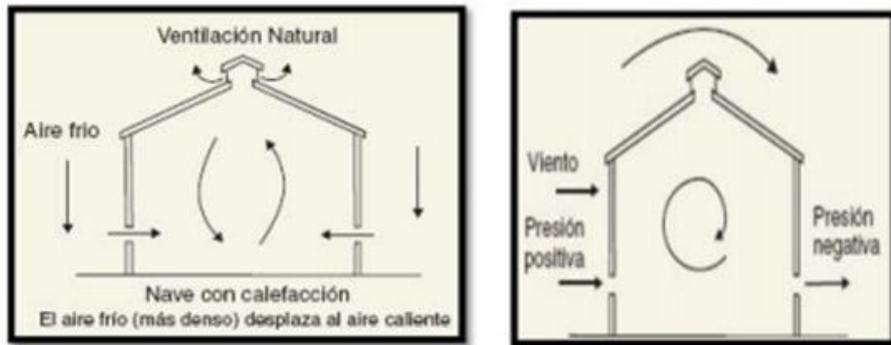
2.2.2. Ventilación

“Puede definirse la ventilación como aquella técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características.” (Echeverri Londoño, 2011)

a Ventilación Natural

La ventilación natural es el desplazamiento y el ingreso del aire a través de ventanas, puertas, muros, pisos y otras aberturas por medio de fuerzas naturales, tales como diferencias de presión (viento) y temperatura (densidad del aire) entre la edificación y sus alrededores. Se debe recordar que el movimiento del aire para su ingreso no depende solamente de las diferencias de presión y temperatura, sino también de las 31 características físicas de la edificación, por ejemplo, su ubicación etc. (Quinchia Hernandez, y otros, 1988)

Figura 2: Ventilación Natural



Fuente: (CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO, 2000)

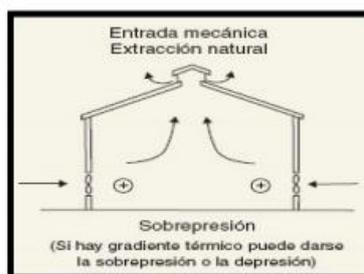
b Ventilación Mecánica o forzada

El sistema de ventilación mecánica es aquel en el que el flujo de aire es producido por ventiladores. Si el ventilador está entregando aire a un espacio se llama sistema de suministro, si el ventilador está removiendo aire de un espacio se llama sistema de extracción. Frecuentemente se utilizan ambos tipos de ventiladores. (Quinchia Hernandez, y otros, 1988)

- **Ventilación por sobrepresión.**

El ingreso de aire al ambiente se realiza mediante inyección mecánica. La principal ventaja de este sistema es que el aire de aportación viene directamente del exterior. Consiste en causar una sobrepresión en local obligando al aire contaminado a salir a través de las rampas de acceso. Sin embargo, para largos recorridos, puede provocar altas concentraciones de monóxido de carbono, los cuales precisamente evacuarán por la entrada al estacionamiento y al nivel de la misma calle. La principal dificultad se presenta al conducir el aire contaminado hacia lugares no frecuentados por los ocupantes

Figura 3: Ventilación General por dilución

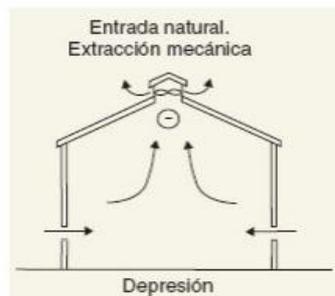


Fuente: (CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO, 2000)

- **Ventilación por depresión.**

En este tipo de sistema, la salida de los gases se realiza mediante extracción mecánica y la entrada de aire se realiza debido a la diferencia de presión que se genera. Este sistema es el más utilizado debido a que tiene la ventaja de poder controlar la descarga, a través de una red de conductos, hasta un lugar apropiado. La entrada de aire hacia los estacionamientos debe ser, preferentemente, por puntos independientes de la rampa de acceso debido a que se producen los gases de los vehículos que ingresan y salen.

Figura 4: Ventilación general por dilución tomada

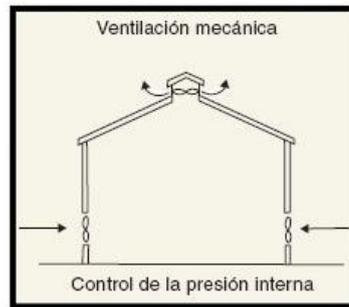


Fuente: (CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO, 2000)

- **Ventilación Mixta.**

Este sistema permite una óptima distribución de aire por el interior del estacionamiento permitiéndole llegar a todos los rincones. Al encontrarse la inyección y extracción trabajando simultáneamente, ambos deberán impulsar o inyectar aire, causando el cambio completo del mismo en el interior del estacionamiento. El sistema de impulsión transportará aire fresco del exterior y por tanto se utilizará un ventilador normal; mientras que el de extracción es susceptible de evacuar el Monóxido de carbono por ello debe estar preparado. (Salvador Escoda SA, 1998)

Figura 5: Ventilación General por dilución tomada



Fuente: (CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO, 2000)

2.2.3. Ventiladores.

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Se puede definir también como una turbo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria para mantener un flujo continuo de aire.

Dentro de una clasificación general de máquinas, los ventiladores son turbo máquinas hidráulicas, tipo generador, para gases.

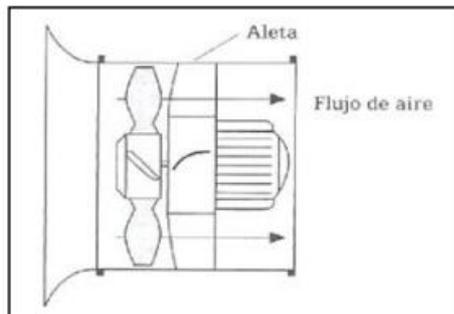
a Ventiladores axiales

Para un ventilador axial el rotor o eje central es muy importante en su funcionamiento y su fabricación, puesto que, transfieren la energía del aire a través de un movimiento giratorio en remolino hacia sus aspas desde el centro. La dirección con la que se desplaza el aire en tratamiento es en paralelo al eje del rotor. Si se mide su eficiencia se puede llegar a la conclusión que tratan de llegar a niveles muy altos como un 95% de eficiencia, pero su funcionamiento para vencer pérdidas de presión altas lo hace un equipo muy deficiente. Es por ello que su aplicación se hace menos trascendental, solo utilizándolos para generar el movimiento del aire en longitudes de recorrido menores o mínimos.

Hay tres clases de ventiladores axiales:

- Ventiladores Axiales: Estos ventiladores axiales se componen de aletas guíadores del fluido, se le atribuye aletas que van a salida del aire, se esta forma se le dará la eficacia más ardua al ventilador. Producen más ruido que los centrífugos, son para ventilar.

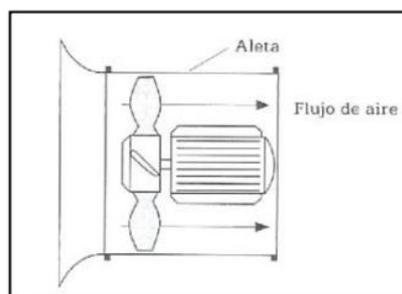
Figura 6: Ventilador Axial con alas guías



Fuente: (Soler&Palau, 1995)

- Ventiladores tubo axiales. Por diferencia con su antecesor no cuenta con aletas de guías a la salida del fluido. Su construcción es muy sencilla y básica, es por ello que no demanda de un costo muy elevado. Se puede usar en aplicaciones también descritas en el anterior tipo de ventilador, en equipos de HVAC. Sus atribuciones se destacan en que tienen un eje pequeño y son usados más que nada para altos caudales y baja presión. Algo importante es mencionar su nivel de ruido, el cual es más ruidoso que el de guía de aletas. Como se muestra en la figura 9. El movimiento del fluido cuando pasa a través del ventilador es de forma directa y es lanzado según la caída de presión establecida.

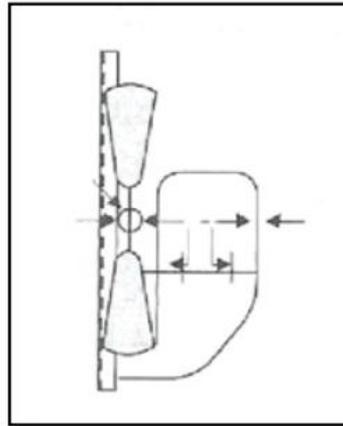
Figura 7: Ventilador Tubo axial



Fuente: (Soler&Palau, 1995)

- Ventiladores helicoidales. Su funcionamiento se debe a que se pueden usar en implementaciones de presiones bajas, la impulsión es nula, pero tiene un alto rango de caudal para cumplir. La instalación es en ventilación para torres de enfriamiento, para extracción de aire colocados en techos.

Figura 8: Ventilador Helicoidal



Fuente: (Soler&Palau, 1995)

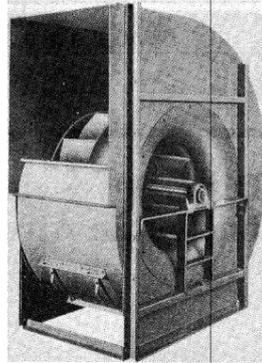
Para los ventiladores axiales antes mencionados, no es recomendable instalarlos con ductos, puesto que, tendrían mayores pérdidas de presión, y ejercerían una mayor oposición del cual vencer, por lo que serían menos eficaces y el ruido aumentaría considerablemente.

b Ventiladores Centrífugos

Se puede decir que son turbo máquinas, el aire siempre ingresa de la misma manera, es decir, ingresa por el rotor o impelente con una dirección paralela a su eje, para luego salir en dirección perpendicular a su trayecto. Como su mismo nombre lo dice centrífugo, debido a que la salida del aire se produce por la fuerza centrífuga, esto sucede porque en su construcción posee alabes soldados a su rotor, de esta manera. Para darle el movimiento que se desea al aire o al fluido, este la recibe del eje que gira acoplado al motor. Los ventiladores centrífugos no son al 100% efectivos sus valores de eficiencia están entre 45% y los 84%, todo esto se da porque las direcciones de entrada de aire con respecto a la salida son

diferentes, entonces en su unión de estas direcciones se producen remolinos que afectan su rendimiento efectivo (Echeverri Londoño, 2011)

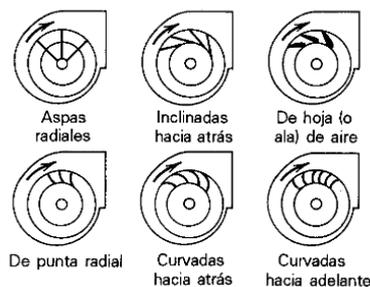
Figura 9: Ventilador Centrifugo



Fuente: (Pita, 1994)

Estos ventiladores se pueden subclasificar en curvados hacia delante, radiales, curvados hacia atrás e inclinados hacia atrás, dependiendo de las aspas de su impulsor. Además, las aspas curvadas hacia atrás con doble espesor se llaman hoja de aire (airfoil)

Figura 10: Tipos de aspas de impulsor para ventiladores centrífugos



Fuente: (Pita, 1994)

2.2.4. Leyes de los ventiladores.

Si un ventilador debe funcionar en condiciones diferentes de las ensayadas, no es práctico ni económico efectuar nuevos ensayos para determinar sus parámetros de funcionamiento.

Mediante el uso de un conjunto de ecuaciones conocidas como LEYES DE LOS VENTILADORES es posible determinar, con buena precisión, los nuevos parámetros de funcionamiento a partir de los ensayos efectuados en condiciones

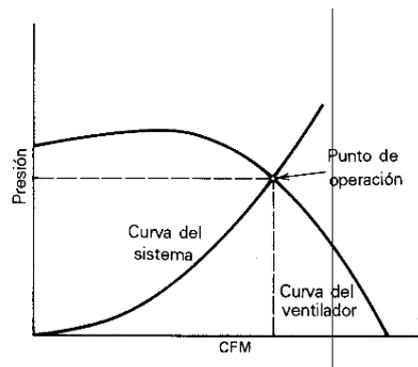
normalizadas. Al mismo tiempo, estas leyes permiten determinar los parámetros de una serie de ventiladores geoméricamente semejantes a partir de las características del ventilador ensayado. Las leyes de los ventiladores están indicadas, bajo forma de relación de magnitudes, en ecuaciones que se basan en la teoría de la mecánica de fluidos y su exactitud es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, siempre que el diferencial de presión sea inferior a 3kPa, por encima del cual se debe tener en cuenta la compresibilidad del gas.

Las variables que involucran las leyes de ventiladores son: la velocidad de rotación, el diámetro de la hélice o rodete, las presiones totales estática y dinámica, el caudal, la densidad del gas, la potencia absorbida, el rendimiento y el nivel sonoro.

a Curva Característica de un Ventilador.

Según sea el ventilador, su curva característica adopta una u otra forma, Los ventiladores centrífugos, en general, son capaces de manejar presiones altas con caudales más bien bajos. En figura 11 se observa una curva característica de un ventilador centrífugo en términos de la presión total, la presión estática y la presión dinámica.

Figura 11: Curva característica de un ventilador



Fuente: (Pita, 1994)

Para trazar la Curva Característica de un ventilador, se debe llevar a cabo un procedimiento que procure los datos necesarios. Para poder disponer de los distintos caudales que puede manejar un ventilador según sea la pérdida de carga del sistema contra el cual esté trabajando, se ensaya el aparato variándole la carga desde el caudal máximo al caudal cero. Todos los pares de

valores obtenidos caudal-presión se llevan a unos ejes coordinados, obteniéndose la Curva Característica.

2.2.5. Normas Nacionales e internacionales y códigos

ASHRAE “The American Society of Heating, Refrigerating & AirConditioning Engineers” Las recomendaciones que da el ASHRAE en temas de diseño para la extracción de monóxido de carbono en sótanos de estacionamientos cerrados, se encuentran en:

- Enclosed Vehicular Facilities 13.17 PARKING GARAGES (Selección de caudal de acuerdo a ASHRAE).

R.N.E El Reglamento Nacional de Edificaciones modificada y publicada en el diario el peruano en mayo del 2014:

- Norma técnica A.010, capítulo XII, artículo 69.
- Norma técnica EM.030, artículo 2, inciso 2 y 5.
- Norma técnica EM.030, artículo 11, inciso 4, 5, 6 y 7.
- Título III, Edificaciones, norma GE.040, uso y mantenimiento, capítulo II, uso de edificaciones, artículo 8.

NFPA 88A “National Fire Protection”

SMACNA “Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association”

ASME “American Society for Testing Materials”

AMCA “Asociación internacional de movimiento y control de aire”

2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

2.3.1. Descripción del proyecto

El edificio multifamiliar CLOVIS está ubicado en Jr. General Clovis 777 - 779, Urbanización El Carmen - Distrito de Pueblo Libre – Lima y contara con un sótano y un semisótano de estacionamiento.

Con la finalidad de eliminar en forma adecuada los gases de escape de los vehículos y evitar que se alcancen concentraciones de monóxido de carbono (CO) que puedan representar riesgos para la salud de las personas, se han instalado sistemas de ventilación mecánica por cada sector requerido en concordancia con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Los sistemas de extracción de monóxido de carbono, deberán tener una capacidad para proporcionar una renovación de aire cada 12 minutos o extraer un caudal de aire no menor de 12 m³/h por cada m².

Para la extracción de CO del sótano 1 y semisótano se instaló un extractor del tipo centrífugo de doble entrada, ubicado en la planta del sótano, que tiene la capacidad necesaria para extraer el CO de este sótano y también del semisótano. El traslado del aire a lo largo de los sótanos se efectúa mediante impulsores JET-FAN, los cuales están instalados en el techo del sótano y semisótano que realizarán el barrido de la mezcla de aire con monóxido y direccionados a su vez hasta el cuarto de máquinas donde está ubicado el extractor principal que mediante rejillas de captación tomará el fluido, para luego realizar la expulsión final mediante un ducto de descarga que va desde el cuarto de máquinas hasta el último nivel del edificio en concordancia con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Además, existen (03) inyectores de aire (IHC-01/02/03) instalados en el semisótano que se encargan de la inyección de aire al sótano.

a **Funcionamiento del Sistema de Ventilación.**

- El sistema de extracción está sectorizado, es decir, al captar una señal proveniente del sensor de monóxido del sótano o semisótano, es al captar una señal proveniente del sensor de monóxido de carbono en el sótano (detectan una concentración de CO de 50ppm) accionaran el extractor de monóxido (al 50% o 100%) y los ventiladores tubo axiales (JET-FAN) de la zona donde detecto la concentración de CO y los 3 inyectores de aire correspondientes a dicho sector.
- El sistema cuenta además con una botonera de parada en emergencia ubicada en el cuarto de máquinas.
- Si por alguna razón, el nivel de concentración de monóxido de carbono, superara las 50 ppm, los sensores activan una alarma sonora.

2.3.2. Cálculo de Caudal de Aire de Extracción

A) Según el número de renovaciones por hora recomendado por RNE

Las organizaciones internacionales, autores especialistas en la materia y regulaciones en algunos países argumentan y recomiendan cambios totales de flujo de aire del recinto por hora. El dato requerido para tomar este criterio es el volumen de estacionamiento. Cabe mencionar que este método de cálculo de los caudales no contemplan las características físicas del tipo de edificio en el que está el estacionamiento.

Tabla 3: *Renovaciones de Aire por hora para estacionamientos sin ventilación natural*

Estándar o Autor	Renovaciones
BOCA	6
NFPA	6
Reino Unido	6 - 10
S. Escoda	6 – 8
SBCCI	6 - 7
Soler&Palau	6 - 8

Fuente: (Ventilation for Enclosed Parking Garages, 2001) (Salvador Escoda SA, 1998) (Soler&Palau, 1995)

En el Perú, las normas han determinado y recomiendan un cambio total del aire cada 12 minutos, es decir, 5 renovaciones por hora (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020)

Entonces se debe analizar el caudal mínimo en Función al Volumen, el volumen se hallará según la siguiente fórmula:

$$Volumen = Area \times Altura$$

Para continuar hallando el flujo de aire necesario correspondiente al volumen, se seguirá la siguiente fórmula:

$$Flujo\ de\ Aire = Volumen \times Renovaciones/Hora$$

Como sabemos que según la RNE lo recomendado son mínimo 5 renovaciones por cada hora entonces remplazaremos eso en la fórmula para que finalmente quede así:

$$Flujo\ de\ Aire = Volumen \times 5$$

Con esta fórmula podremos obtener el caudal necesario para cada zona, el cálculo obtenido para fines prácticos lo aproximaremos.

B) Según la ratio de extracción por metro cuadrado recomendado por el RNE

Se debe calcular el flujo de extracción de aire y siguiendo lo mencionado en el Reglamento Nacional de Edificaciones se debe considerar una tasa de escape de 12 m³ por cada metro cuadrado de superficie total de estacionamiento incluyendo las áreas de circulación:

Entonces la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$Flujo\ de\ Extraccion = Ratio\ de\ Extraccion \times Area$$

$$Flujo\ de\ Extraccion = 12 \times Area$$

C) Cálculo para determinar el caudal de aire según el manual de ASHRAE, 2003, Cap. 13 (Parking Garage)

Para calcular este caudal de aire podemos seguir lo indicado por (American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 2011). Para ello debemos determinar la máxima generación de monóxido de carbono (G) en lb/h. pie², con la siguiente fórmula:

$$G = \frac{N \times E}{Af}$$

Donde:

G: Máxima Generación de CO

N: Numero de Carros en funcionamiento en la hora pico

E: Emisión de CO del motor de un carro

Af: Área total del estacionamiento

Con esta fórmula podremos hallar la máxima generación, posterior a ello debemos hallar el factor, para eso la formula será la siguiente:

$$F = 100 \times \frac{G}{G_0}$$

Una vez se ha determinado el factor se deberá calcular el requerimiento mínimo de ventilación por pie², para que el nivel de concentración de CO no exceda de 25 ppm. Para ello se dará la siguiente formula:

$$Q = C \times F \times T$$

Donde:

Q = ventilación por pie² (cfm/ pie²)

C = mínima ventilación (cfm/ pie²)

F = Factor

T = tiempo de permanencia del carro en el estacionamiento

Con esto ya podremos obtener el caudal mínimo por cada pie cuadrado, entonces lo multiplicaremos por el factor de conversión de 3497.00 para obtener

el caudal total en CFM. Ahora podremos comparar los caudales obtenidos y elegir el mayor de ellos para el sistema.

2.3.3. Cálculo de Caudal de Aire de Inyección

Para lograr una adecuada renovación de aire en el nivel de sótanos y semisótanos se debe considerar que partes podrán ser ventiladas de manera natural y que espacios o porcentajes se inyectaran de aire mediante inyectores y ductos.

Si la ventilación será mediante inyectores la formula debería quedar de la siguiente manera

$$Q_{inyeccion} = Q_{extraccion} \times \% \text{ aire a inyectar}$$

2.3.4. Cálculo de Dimensión de Ductos

A) En tramos rectos

Son directamente proporcionales a la longitud del ducto y al cuadrado de la velocidad que posea el fluido, e inversamente proporcional al diámetro del conducto y al valor $2g$.

Expresado en (m c.H2O) resulta:

$$h_1 = f * \frac{L*v^2*\rho}{2g*D*\rho_a} \text{(m c. H2O)} \quad (1.11)$$

Donde f corresponde al “factor de fricción adimensional”, y es función de la rugosidad relativa y del “Número de Reynolds”. Sin embargo, a las velocidades usuales que se encuentran en los conductos de ventilación, el factor f se hace independiente del número de Reynolds y depende únicamente de la rugosidad relativa, que es el cociente entre la altura absoluta de las rugosidades, definida como la altura promedio de las rugosidades de un material dado, y el diámetro absoluto del conducto.

Al reemplazar h_D en (1.11) y expresando en (mm c.H₂O) se obtiene:

$$h_1 = f * \frac{L * h_D}{D} \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.12)$$

Habitualmente esta expresión se puede encontrar en la forma:

$$h_1 = j * L \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.13)$$

Con:

j : pérdida de carga por unidad de longitud, expresada en (mm c.H₂O).

L : longitud de tramo recto del ducto, expresada en (m).

Así, el término j depende de la velocidad, diámetro, caudal, material del ducto y densidad, la cual a su vez depende de la temperatura y la presión en su interior; por lo que

$$j = F(v, D, Q, \text{MATERIAL})$$

Cuando se esté en presencia de condiciones “normales” de temperatura y presión, siendo corregida esta expresión cuando varíen estas.

La ecuación para despejar j recomendada por el Manual de Ventilación de la ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) para CHG (chapa de hierro galvanizada) es:

$$j = 5.38 * \frac{v^{1.9}}{D^{1.22}} \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.14)$$

Donde:

v : velocidad en el conducto, en (m/s).

D : diámetro del conducto, en (mm)

Si el material utilizado es otro, se utiliza la siguiente expresión:

$$h_1 = f_c * j * L \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.15)$$

Donde f_c es el factor de corrección por rugosidad.

B) En Accesorios

Se produce por las turbulencias que ocurren en los cambios de dirección, por codos o empalmes, y por los cambios de sección producto de estrechamientos, ensanchamientos, transiciones de ducto circular a rectangular y viceversa.

Existen dos métodos para calcular este fenómeno:

- Empleo de coeficientes o factores de pérdida
- Pérdidas por entrada

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el primero de estos métodos, por lo que se profundizará a continuación.

Empleo de coeficientes o factores de pérdida:

A lo largo de un tramo, se calcula como la sumatoria de cada una de estas y corresponde a una fracción de la altura de presión dinámica, multiplicada por la altura dinámica.

$$h_2 = \Sigma(k * h_D) \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.16)$$

Donde k es un valor numérico adimensional que representa el coeficiente o factor de pérdida, y que depende del tipo de accesorio. Cuando el tramo considerado no posee cambios de sección que conlleven un cambio en la velocidad de propagación del fluido, no se producen pérdidas dinámicas, por lo que (1.16) se puede expresar como

$$h_2 = (\Sigma k) * h_D \text{ (mm c. H}_2\text{O)} \quad (1.17)$$

Importante es destacar que los valores de k empleados en el proyecto, y por ende encontrados

En la literatura consultada, han sido obtenidos de forma experimental, y no es posible realizar combinaciones arbitrarias de tipos de accesorios de no encontrarse el accesorio deseado. Este hecho es sumamente importante tener en consideración al momento de diseñar.

Codos

Existen dos tipos de codos, los que forman un ángulo recto y los que forman otro ángulo cualquiera. Para el primer tipo se determina la relación R/D (radio curvatura/diámetro) y se busca en las tablas adjuntas en el Anexo 2 el valor correspondiente dependiendo de la geometría de la sección transversal del ducto. Para el segundo tipo se considera que las pérdidas serán proporcionales al ángulo en cuestión y el valor de k resulta de la siguiente expresión:

$$k_{\alpha} = \frac{\alpha}{90^{\circ}} * k_{90} \quad (\text{mm c. H}_2\text{O}) \quad (1.18)$$

2.3.5. Cálculo de Dimensión de Rejillas

Para la selección de las rejillas es necesario conocer el caudal que se deberá extraer o inyectar en cada rejilla y la velocidad del aire. Para dimensionar las rejillas es necesario tener en cuenta las medidas del ducto al cual pertenece y no sobrepasar las velocidades máximas permitidas que veremos en la

Tabla 4: Velocidades máximas recomendadas (Sistemas de Baja Velocidad)

Aplicación	Velocidad Ducto Principal
Residencias	800 - 1200
Escuelas, Teatros, auditorios, edificio públicos	1100 – 1600
Edificios Industriales	1300 – 2200

Fuente: (Cohen Abbo, 1986)

La velocidad máxima permitida para nuestro proyecto es de 1600 FPM

$$Q = V \times \left(\frac{A}{144} \right)$$

Donde:

Q=Caudal de extracción o inyección (CFM)

V=Velocidad del aire (FPM)

A= Área efectiva de la rejilla (plg.)

2.3.6. Cálculo para determinar la pérdida de presión en ducto de extracción e inyección

En nuestro cálculo se considera la pérdida de presión que se genera por la fricción en los montantes de inyección, extracción, codos y la pérdida de presión por las rejillas, dando así una pérdida presión total que nos permite seleccionar los modelos y potencias de los equipos. Usaremos las siguientes formulas:

$$H_{f \text{ Ducto}} = \left[\frac{L \times 5.38 \times v^{1.9}}{D^{1.22}} \right] \times \frac{1}{25.4}$$

Hf Ducto = pérdida por fricción en tramos rectos (in c.H2O)

L = longitud de tramo recto del ducto (m)

v = velocidad en el conducto (m/s)

D = diámetro del conducto (mm)

Factor de conversión de mm c.H2O a in c.H2O = (1/25.4)

$$H_{\text{codo}} = \left[0.39 \times \left(\frac{v}{4.043} \right)^2 \right] \times \frac{1}{25.4}$$

H Codo = pérdida en codos (in c.H2O)

Factor de pérdida en codos (0.39)

v = velocidad en el conducto (m/s)

Factor de conversión de mm c.H2O a in c.H2O (1/25.4)

$$H_{\text{rejilla}} = \left[\frac{(\# \text{Rejillas}) \times (1.0786)(v^2)}{(2 \times g)} \right] \times \frac{1}{25.4}$$

H Rejilla = pérdida en rejillas (in c.H2O)

Factor de pérdida en rejillas (1.0786)

v = velocidad en el conducto (m/s)

g = gravedad (m/s²)

Factor de conversión de mm c.H2O a in c.H2O (1/25.4)

Con estas fórmulas realizarán los cálculos para los ductos de extracción e inyección.

2.3.7. Selección de equipos

Ya con todos los cálculos realizados se deberá proceder a realizar la selección de equipos a utilizar. Para ello los equipos deberán cumplir con los caudales y a la caída de presión calculada.

Selección de equipos Jet-Fan

El presente proyecto contempla el uso de ventiladores de inducción tipo JET-FAN adosados en techo que impulsarán el caudal de la mezcla hasta el cuarto de máquinas para recibir y luego expulsar el caudal indicado.

Para ubicar un Jet-Fan se sigue el siguiente criterio: luego de ubicar un JET-FAN se considera que el siguiente debe estar dentro del alcance de su dardo para así tomar el relevo del flujo del aire y trasladarlo consecutivamente entre los JET-FAN hasta el cuarto de máquinas.

Para realizar esto se debe primero calcular la cantidad necesaria de JET-FAN a utilizar, aplicaremos entonces las siguientes consideraciones aplicadas para los cálculos:

Obtención de la Velocidad Inducida (V_i)

$$V_i = \text{Renovaciones} / \text{segundos} \times La$$

Dónde:

La = Longitud media del recorrido del aire = 60 m

$$V_i = 0.0014 \times 60 \text{ mts} = 0.084$$

Cálculo de Fuerza

Para esto seguiremos la siguiente fórmula:

$$F = \frac{4}{\pi} \times \rho \times \frac{Q_J}{\phi^2}$$

Dónde:

Q_j = Caudal del Jet-Fan en m³ /seg

ρ = Densidad estándar (1.2 Kg/m³)

\emptyset = Diámetro del ventilador elegido (m)

Áreas a ventilar

$$Sp_n = \frac{F}{(0.52) \times \rho \times V_i^2}$$

Dónde:

Sp_n = Superficie Ventilación Normal

F= Fuerza

V_i =Velocidad Inducida

Cálculo del Dardo (Ld)

$$Ld = 5 \times \frac{V_0}{V_i} \times \emptyset$$

Dónde:

V_0 = Velocidad de salida de aire en Jet-Fan

\emptyset = Diámetro del Jet-Fan

Tendremos que tener en cuenta que para calcular la Velocidad de salida de aire en Jet-Fan:

$$V_0 = \frac{Q}{S}$$

Dónde:

S = Sección del ventilador (m²)

Cálculo de la distancia entre equipos por líneas de ventilación

Conocemos el área total Sp_n , conocemos la longitud del dardo, de ahí obtenemos la distancia entre equipos:

$$\text{Distancia entre equipos} = \frac{Sp_n}{Ld}$$

Número y distribución de las líneas de ventilación

El número de equipos a emplear se puede calcular de la siguiente forma:

$$Ne = \frac{\textit{Longitud Total}}{\textit{Distancia entre equipos}}$$

Dónde:

Ne= Número de equipos

III. APORTES REALIZADOS

3.1. CALCULOS PARA EL DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

3.1.1. Cálculo de Caudal de Aire de Extracción

A) Según el número de renovaciones por hora recomendado por RNE

Se debe comenzar hallando el volumen para el cual se diseñará, se recolecta la información correspondiente y según la formula mostrada antes tenemos el volumen.

Tabla 5: Características de los estacionamientos

Zonas	Área	Altura	Volumen
Semisótano	763.5 m ²	2.6 m	1985 m ³
Sótano	763 m ²	2.6 m	1982 m ³
		TOTAL	3,967 m³

Fuente: Elaboración Propia

Ahora que contamos con el volumen total, debemos continuar hallando el flujo de aire necesario para lo cual nuevamente aplicamos la fórmula:

$$\textit{Flujo de Aire} = \textit{Volumen} \times 5$$

$$\textit{Flujo de Aire} = 3,967 \times 5$$

$$\textit{Flujo de Aire} = 11,675 \textit{ CFM}$$

$$\textit{Flujo de Aire} \approx 12,000 \textit{ CFM}$$

Ahora podemos definir el caudal necesario por cada zona

Tabla 6: Caudal según RNE por zona

Zonas	Q Extracción
Semisótano	6,000 CFM
Sótano	6,000 CFM
TOTAL	12,000 CFM

Fuente: Elaboración Propia

B) Según el ratio de extracción por metro cuadrado recomendado por el RNE.

Ahora debemos hallar el Flujo de Extracción de Aire, para ello aplicaremos la fórmula para cada una de las áreas.

Para el Semisótano:

$$\text{Flujo de Extracción} = 12 \times \text{Área}$$

$$\text{Flujo de Extracción} = 12 \times 763.5$$

$$\text{Flujo de Extracción} = 5,392.75$$

$$\text{Flujo de Extracción} \approx 5,400$$

Para el Sótano:

$$\text{Flujo de Extracción} = 12 \times \text{Área}$$

$$\text{Flujo de Extracción} = 12 \times 763$$

$$\text{Flujo de Extracción} = 5,398.22$$

$$\text{Flujo de Extracción} \approx 5,400$$

Tabla 7: Caudal según RNE EM-030 ART por zona

Zonas	Q Extracción
Semisótano	5,400 CFM
Sótano	5,400 CFM
TOTAL	10,800 CFM

Fuente: Elaboración Propia

C) Cálculo para determinar el caudal de aire según el manual de ASHRAE, 2003, Cap. 13 (Parking Garage)

Para poder realizar este cálculo primero deberemos recolectar toda la información necesaria para aplicar las fórmulas correspondientes según el manual de la ASHRAE - Aplicaciones año 2003, capítulo 13 (Parking Garages)

Datos del Estacionamiento:

Número de estacionamiento bajo techo	=	22 unidades
Área de estacionamiento	=	763.00 m ² o 8,212.86 pie ²
Emisión de CO por carro	=	1.544 lb/h
G ₀	=	0.00546 lb/h
Mínima Ventilación (que no exceda de 25 ppm)	=	0.0001363 CFM/pie ²
Tiempo de permanencia del carro	=	120 seg

Primero hallaremos la máxima generación de carbono

$$G = \frac{N \times E}{Af}$$

Reemplazamos con los datos obtenidos

El número de carros en la hora pico es el 30% de la totalidad del aforo del estacionamiento por ello

$$N = 30\% (Nro de Estacionamientos)$$

$$N = 30\%(22)$$

$$N = 7$$

En la formula quedaría entonces:

$$G = \frac{7 \times 1.544}{8,212.86} = 0.00123 \text{ lb/h} \times \text{pie}^2$$

Con la máxima generación de carbono continuaremos hallando el factor:

$$F = 100 \times \frac{G}{G_0}$$
$$F = 100 \times \frac{0.00123}{0.00546} = 24.18$$

Por último, determinaremos el requerimiento mínimo de ventilación por pie², para que el nivel de concentración de CO no exceda de 25 ppm

$$Q = C \times F \times T$$
$$Q = 0.0001363 \times 24.18 \times 120$$
$$Q = 0.395 \text{ CFM/pie}^2$$

Ahora debemos transformar eso al caudal mínimo de ventilación para que no exceda a 25 ppm

$$Q = 0.395 \text{ CFM/pie}^2 \times 3497.00 \text{ pie}^2 = 3,700.17 \text{ CFM}$$

Tabla 8: Caudal según ASHRAE por zona

Zonas	Q Extracción
Semisótano	3,700 CFM
Sótano	3,700 CFM
TOTAL	7,400 CFM

Fuente: Elaboración Propia

Ahora procederemos a comprar los caudales obtenidos

Tabla 9: Comparativo de los caudales obtenidos por zona

Zonas	A	B	C
Semisótano	6,000 CFM	5,400 CFM	3,700 CFM
Sótano	6,000 CFM	5,400 CFM	3,700 CFM
TOTAL	12,000 CFM	10,800 CFM	7,400 CFM

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver de los tres caudales obtenidos el mayor es el de la opción A siendo estos los obtenidos según el RNE por renovación por hora. Los caudales para el sótano y semisótano son de 6,000 CFM cada uno.

3.1.2. Cálculo del Flujo de Aire a Inyectar

Ahora se analiza cada una de las áreas a inyectar aire exterior (sótano y semisótano) el semisótano contara con ventilación natural a través de los tragaluces que han sido estratégicamente ubicados por el proyecto de arquitectura. Sin embargo, al nivel del sótano se necesitará inyectar aire exterior considerando un 75% del caudal de extracción con el objetivo de tener una presión negativa en los sótanos. Entonces siguiendo la formula quedaría de la siguiente manera.

$$Q_{inyeccion} = Q_{extraccion} \times \% \text{ aire a inyectar}$$

$$Q_{inyeccion} = 6,000 \text{ CFM} \times 75\%$$

$$Q_{inyeccion} = 4,500 \text{ CFM}$$

Quedaría de la siguiente manera:

Tabla 10: Caudal de Extracción e Inyección por zona

Zonas	Q Extracción	Q Inyección
Semisótano	6,000 CFM	---
Sótano	6,000 CFM	4,500 CFM
TOTAL	12,000 CFM	4,500 CFM

Fuente: Elaboración Propia

El caudal de inyección del Sótano será realizado por e tres (03) inyectores de 1,500 CFM c/u. ubicados en los tragaluces y distribuidos mediante ductos.

3.1.3. Cálculo para determinar la dimensión de ductos, rejillas y la pérdida de presión de extracción e inyección

Según las formulas mencionadas para el cálculo de las rejillas:

Tabla 11: Calculo de dimensionamiento de rejillas

Sección	Tipo	Caudal (CFM)	Dimensión de la rejilla (inch)		Área efectiva de la rejilla (inch)	Velocidad (ft/min)
IHC-01	Rejilla de inyección	1500	18	18	324	666.667
IHC-02	Rejilla de inyección	1500	20	6	120	1568.000
IHC-03	Rejilla de inyección	1500	18	18	324	666.667
EC-01	Rejilla de extracción	3000	18	38	684	631.579
	Rejilla de extracción	3000	20	36	720	600.000
	Rejilla de extracción	3000	20	36	720	600.000
	Rejilla de extracción	3000	12	53	636	679.245

Fuente: Elaboración propia

Con las fórmulas mencionadas se calculará las dimensiones de los ductos, codos. Para posterior a ello calcular la caída de presión en los sistemas, existen tres tramos (sistemas), se hará el cálculo para cada uno de ellos, los cuales tienen un caudal de trabajo de 1,500 CFM cada uno. Satisfaciendo los 4,500 CFM necesarios para la inyección de aire en el sótano.

Todas la formulas serán aplicadas y se pueden resumir en el siguiente cuadro:

A) TRAMO 1

Tabla 12: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 1

Sección	Componente	Caudal (CFM)	Dimensión del ducto (inch)		Diámetro ducto redondo equivalente	Material del ducto	Factor de Rugosidad (ft)	Velocidad (ft/min)	Perdidas por fricción inch. W/100ft	Longitud (m)	Longitud (ft)	Coeficientes de pérdidas (C)	Pérdida de presión (inch.ca)
IHC-01	Ducto	1500	30	6	13.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,465	0.232	7.2	23.62198	0	0.055
	Ducto	1500	30	6	13.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,465	0.232	5.2	17.06032	0	0.040
	Codo	1500	30	6	13.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,465	0.232	0	0	0.16	0.021
	Codo	1500	30	6	13.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,465	0.232	0	0	0.16	0.021
	Transición	1500	30	6	13.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,465	0.232	0	0	0.2	0.027
	Rejilla	1500	18	18	19.7	Plancha Galvanizada	0.0005	709	0.038	0	0	0.21	0.007
SUBTOTAL												0.171	
FS												1.15	
TOTAL												0.20	

Fuente: Elaboración Propia

B) TRAMO 2

Tabla 13: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 2

Sección	Componente	Caudal (CFM)	Dimensión del ducto (inch)		Diámetro ducto redondo equivalente	Material del ducto	Factor de Rugosidad (ft)	Velocidad (ft/min)	Perdidas por fricción inch. W/100ft	Longitud (m)	Longitud (ft)	Coeficientes de pérdidas (C)	Pérdida de presión (inch.ca)
IHC-02	Ducto	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	1.1	3.608913	0	0.020
	Ducto	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	2.6	8.530158	0	0.048
	Codo	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	0	0	0.15	0.041
	Codo	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	0	0	0.15	0.041
	Transición	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	0	0	0.2	0.054
	Rejilla	1500	20	6	11.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,080	0.560	0	0	0.21	0.057
SUBTOTAL												0.260	
FS												1.15	
TOTAL												0.30	

Fuente: Elaboración Propia

C) TRAMO 3

Tabla 14: Cálculo de la Caída de Presión para el caudal de inyección del Tramo 3

Sección	Componente	Caudal (CFM)	Dimensión del ducto (inch)		Diámetro ducto redondo equivalente	Material del ducto	Factor de Rugosidad (ft)	Velocidad (ft/min)	Perdidas por fricción inch. W/100ft	Longitud (m)	Longitud (ft)	Coeficientes de pérdidas (C)	Pérdida de presión (inch.ca)
IHC-03	Ducto	1500	36	6	14.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,273	0.163	2.6	8.530158	0	0.014
	Ducto	1500	36	6	14.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,273	0.163	2.5	8.202075	0	0.013
	Codo	1500	36	6	14.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,273	0.163	0	0	0.44	0.045
	Codo	1500	36	6	14.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,273	0.163	0	0	0.44	0.045
	Transición	1500	36	6	14.7	Plancha Galvanizada	0.0005	1,273	0.163	0	0	0.5	0.051
	Rejilla	1500	18	18	19.7	Plancha Galvanizada	0.0005	709	0.038	0	0	0.21	0.007
												SUBTOTAL	0.174
												FS	1.15
												TOTAL	0.20

Fuente: Elaboración Propia

Después se calculará la caída de presión, para los ductos de extracción (descarga), aquí el caudal a extraer es de 12,000 CFM así que sería de la siguiente manera.

Tabla 15: *Calculo de la Caída de Presión para Caudal de Extracción*

Sección	Componente	Caudal (CFM)	Dimensión del ducto (inch)		Diámetro ducto redondo equivalente	Material del ducto	Factor de Rugosidad (ft)	Velocidad (ft/min)	Perdidas por fricción inch. W/100ft	Longitud (m)	Longitud (ft)	Coefficientes de perdidas (C)	Perdida de presión (inch.ca)
EC-01	Ducto	12000	20	40	30.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,365	0.217	26.03	85.4	0	0.186
	Codo	12000	20	40	30.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,365	0.217	0	0	1.05	0.367
	Codo	12000	20	40	30.5	Plancha Galvanizada	0.0005	2,365	0.217	0	0	1.05	0.367
	Rejilla	3000	18	38	28.2	Plancha Galvanizada	0.0005	692	0.023	0	0	0.21	0.006
	Rejilla	3000	20	36	29.1	Plancha Galvanizada	0.0005	650	0.020	0	0	0.21	0.006
	Rejilla	3000	20	36	29.1	Plancha Galvanizada	0.0005	650	0.020	0	0	0.21	0.006
	Rejilla	3000	12	53	25.9	Plancha Galvanizada	0.0005	820	0.035	0	0	0.21	0.009

SUBTOTAL 0.946

FS 1.15

TOTAL 1.088

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Selección de Equipos

A) Equipos de Inyección

Para la selección de los equipos de inyección se tiene en cuenta el caudal de trabajo y la caída de presión calculada.

Tabla 16: Características de los equipos de inyección a seleccionar

EQUIPO	CAUDAL (CFM)	CAÍDA DE PRESIÓN (inch.ca)
EHC-01	1,500	0.2
EHC-02	1,500	0.2
EHC-03	1,500	0.2

Fuente: Elaboración Propia

El equipo seleccionado que cumple con estas características será el TD-MIXVENT-115. De la marca Soler & Palau La ficha técnica del equipo se encuentra en el Anexo N° 2

B) Equipos de Extracción

Para la selección de los equipos de inyección se tiene en cuenta el caudal de trabajo y la caída de presión calculada.

Tabla 17: Características del equipo de extracción a seleccionar

EQUIPO	CAUDAL (CFM)	CAÍDA DE PRESIÓN (inch.ca)
EC-01	12,000	1.5

Fuente: Elaboración propia

El equipo seleccionado que cumple con estas características será el DBA-I500. De la marca Soler & Palau, la ficha técnica del equipo se encuentra en el Anexo N° 2

C) Equipos Jet-Fan

Seguiremos lo indicado calculando la Velocidad de Obtención Inducida, considerando que la longitud media del recorrido del aire es de 60 metros.

$$V_i = \text{Renovaciones} / \text{segundos} \times La$$

$$V_i = 0.0014 \times 60 \text{ mts}$$

$$V_i = 0.084$$

Continuaremos con el cálculo de la fuerza, para este caso, se considerará el ventilador Jet-Fan de la marca Kraftmann, modelo ARMO-J315 con un caudal de 2,940 CFM, (1.39 m³/seg). Aplicaremos la formula mencionada

$$F = \frac{4}{\pi} \times \rho \times \frac{Q_J}{\phi^2}$$

$$F = \frac{4}{3.14} \times 1.2 \times \frac{1.39}{0.315^2} = 21.4$$

Ahora que ya contamos con la fuerza calculada podremos calcular las área a Ventilar, reemplazamos en la formula

$$Sp_n = \frac{F}{(0.52) \times \rho \times V_i^2}$$

$$Sp_n = \frac{21.4}{(0.52) \times 1.2 \times 0.084^2} = 4860.38 \text{ m}^2$$

Pasamos al cálculo del dardo:

$$Ld = 5 \times \frac{V_0}{V_i} \times \phi$$

Calcularemos la Velocidad de salida, considerando que la sección del ventilador diámetro es 315mm o 0.0779 m².

$$V_0 = \frac{Q}{S}$$

$$V_0 = \frac{1.39}{0.0779} = 17.84 \text{ m/s}$$

Reemplazamos en la fórmula original

$$Ld = 5 \times \frac{V_0}{V_I} \times \phi$$

$$Ld = 5 \times \frac{17.84}{0.084} \times 0.315$$

$$Ld = 334.5 \text{ m}$$

Continuamos con la distancia entre equipos:

$$\text{Distancia entre equipos} = \frac{Spn}{Ld}$$

$$\text{Distancia entre equipos} = \frac{4860.38}{334.5} = 14.5 \text{ m}$$

Por último, el número y distribución de las líneas de ventilación en este caso, dado la distribución del estacionamiento, se ha considerado una sola línea de ventilación.

Para este proyecto, la línea de equipos se distribuirá sobre la longitud del área de circulación del estacionamiento.

$$Ne = \frac{60}{14.5}$$

$$Ne = 4.12 \text{ equipos}$$

$$Ne \approx 5 \text{ Jet Fan}$$

CFD para el cálculo de los JET-FAN

Para verificar la ubicación y el funcionamiento de los ventiladores JET-FAN se usa el CFD (computational fluid dynamic) que es una rama de la mecánica de fluidos, que usa métodos numéricos y algoritmos para analizar y resolver problemas de fluidos. Se usa una computadora para simular los millones de

iteraciones necesarias para calcular el comportamiento del fluido con las superficies

Los resultados son particularmente muy ilustrativos, ya que, de forma gráfica y muy clara, se muestran los parámetros a controlar y su comportamiento. Se podrán ver los detalles de la simulación en el Anexo N° 3

Según los cálculos y la simulación seleccionamos los equipos Jet-Fan con estas características, será el modelo ARMO J-315 de la marca KRAFTMAN. La ficha técnica del equipo se encuentra en el Anexo N° 2

En conclusión, se tiene:

- La velocidad inducida está oscilando entre 0.25 – 1 m/s, (para aplicación de monóxido), revisar barra de referencia al costado de cada simulación CFD.
- Según lo recomendado se están considerando 10 equipos Jet-Fan ARMO J-315 (aplicación solo para monóxido), 5 unidades en cada nivel de estacionamiento.
- Para la aplicación de monóxido la velocidad mínima por norma es de 0.25 m/s, como se puede apreciar en los resultados el promedio de velocidades sobrepasa este valor cumpliendo con las exigencias de internacionales.

3.2.2. Instalación de Ductos

Los ductos metálicos fueron fabricados de plancha de fierro galvanizada, de acuerdo a las dimensiones y recorridos indicados en los planos.

La fabricación de los ductos se realizó en concordancia con las normas SMACNA (“Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.”).

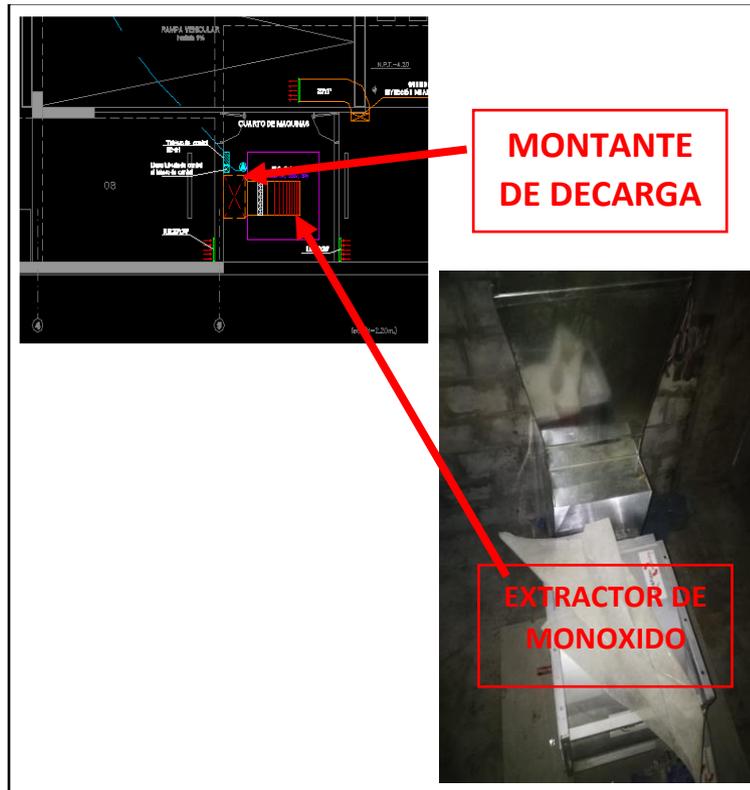
Figura 13: Ductos para la Extracción de Monóxido



Fuente: Elaboración Propia

La unión entre los ductos y los equipos se han realizado por medio de juntas flexibles de lona de 8 onzas de, por los menos, 10 cm de largo y asegurada con abrazaderas y empaquetaduras para cierre hermético. Además, los ductos en su totalidad se han sellado con un sellante elástico para evitar fuga de aire y aumentar la eficiencia del sistema.

Figura 14: Montante de descarga del equipo extractor de Monóxido



Fuente: Elaboracion Propia

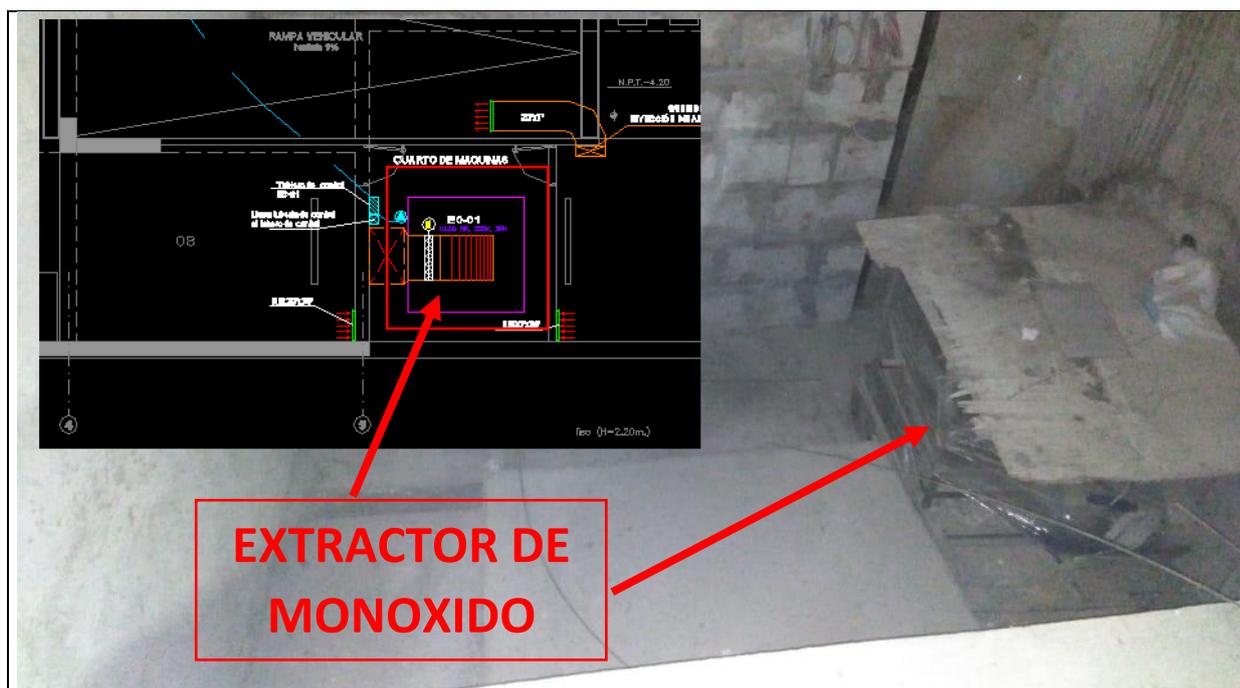
3.2.3. Instalación de Equipos

a Instalación de Equipos de Extracción

El extractor instalado es del tipo doble entrada, la capacidad y caída de presión estática se encuentra indicada en los planos. Tanto la carcasa como el rotor, están fabricados de plancha de acero galvanizado, con protección anticorrosiva y pintura de acabado. El accionamiento del extractor es mediante motor eléctrico, con transmisión por poleas y fajas y montado sobre una base anti vibratoria de concreto. El extractor de aire está balanceado estática y dinámicamente, garantizándose una operación exenta de vibraciones o ruidos anormales.

Para la extracción de CO del sótano 1 y semisótano se instaló un extractor del tipo centrífugo de doble entrada, ubicado en la planta del sótano, que tiene la capacidad necesaria para lograr la extracción requerida en el RNE, de este sótano y también del semisótano.

Figura 15: Equipo extractor de Monóxido



Fuente: Elaboración Propia

b Instalación de Equipos de Inyección

Los ventiladores instalados son del tipo helicocentrífugos, la capacidad y caída de presión estática se encuentra indicada en los planos. Fabricados en material de chapa de acero galvanizada protegida con pintura epoxi-poliéster anticorrosiva. Los inyectores son accionados directamente con motores eléctricos, adecuados para operar a 220V, 60Hz, 1ph.

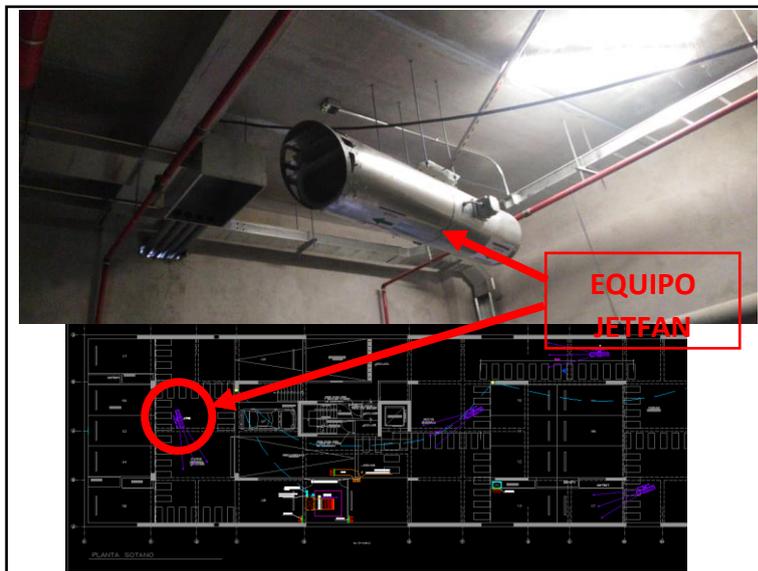
Se encuentran perfectamente balanceados estática y dinámicamente, garantizándose una operación exenta de ruidos o vibraciones anormales

Los inyectores de aire (IHC-01/02/03) son instalados en el semisótano y se encargan de impulsar aire fresco mediante los ductos galvanizados hacia el sótano. Para el semisótano el ingreso de aire fresco es mediante la rampa de ingreso y a través de los tragaluces que han sido estratégicamente ubicados por el proyecto de arquitectura.

c Instalación de Equipos Jet Fan

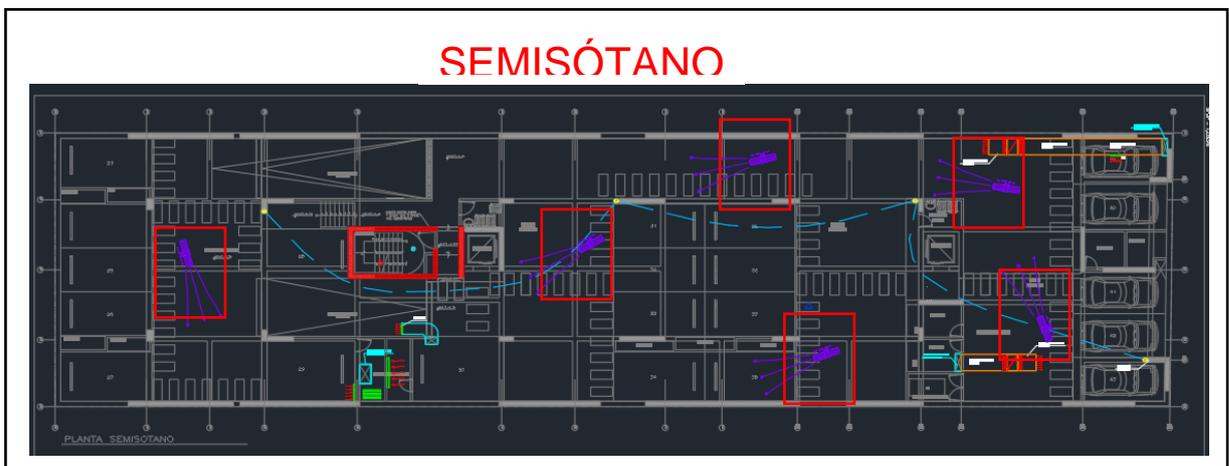
El traslado (impulsión) de la mezcla aire-CO a lo largo de los sótanos se efectúa mediante impulsores JET FAN, los cuales están instalados en el techo del sótano y semisótano que realizarán el barrido de la mezcla de aire con monóxido y direccionados a su vez hasta el cuarto de máquinas donde está ubicado el extractor principal que mediante rejillas de captación tomará el fluido, para luego realizar la expulsión final mediante un ducto de descarga que va desde el cuarto de máquinas hasta el último nivel del edificio en concordancia con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 166: Equipos Jet-Fan



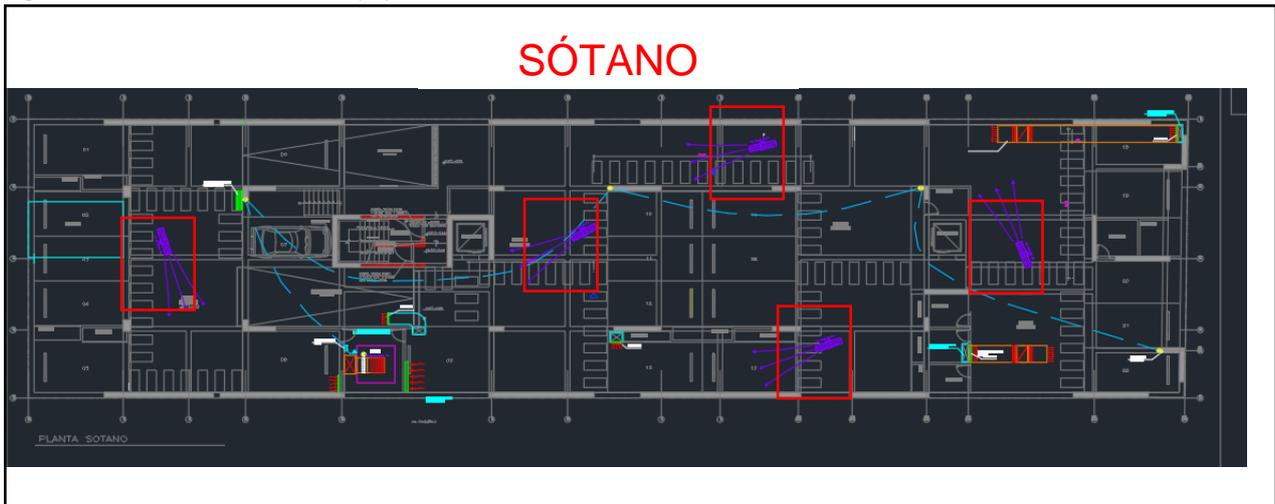
Fuente: Elaboración Propia

Figura 177: Ubicación de los Equipos Jet-Fan en el Semisótano



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Ubicación de los Equipos Jet-Fan en el Sótano



Fuente: Elaboración Propia

3.2.4. Instalación de Rejillas

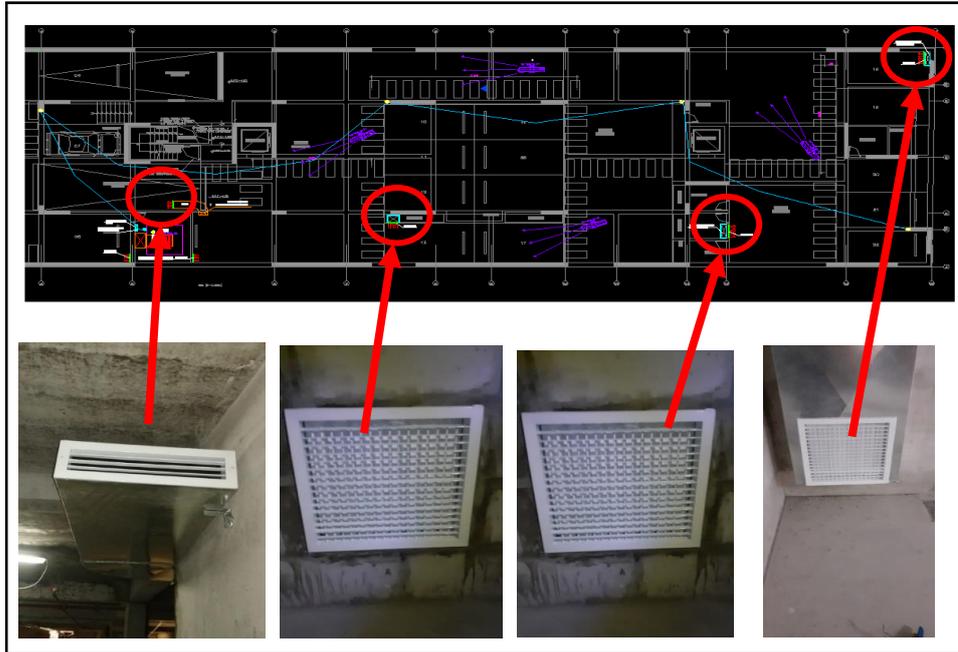
Las rejillas de inyección y extracción son del tipo apersianadas y regulables, fabricadas de plancha galvanizada, con protección anticorrosiva (“wash-primer”) y acabado con esmalte sintético color blanco.

Las medidas y ubicaciones de las rejillas para cada sistema están indicados en los planos.

3.2.5. Instalación de Tableros de Control y fuerza

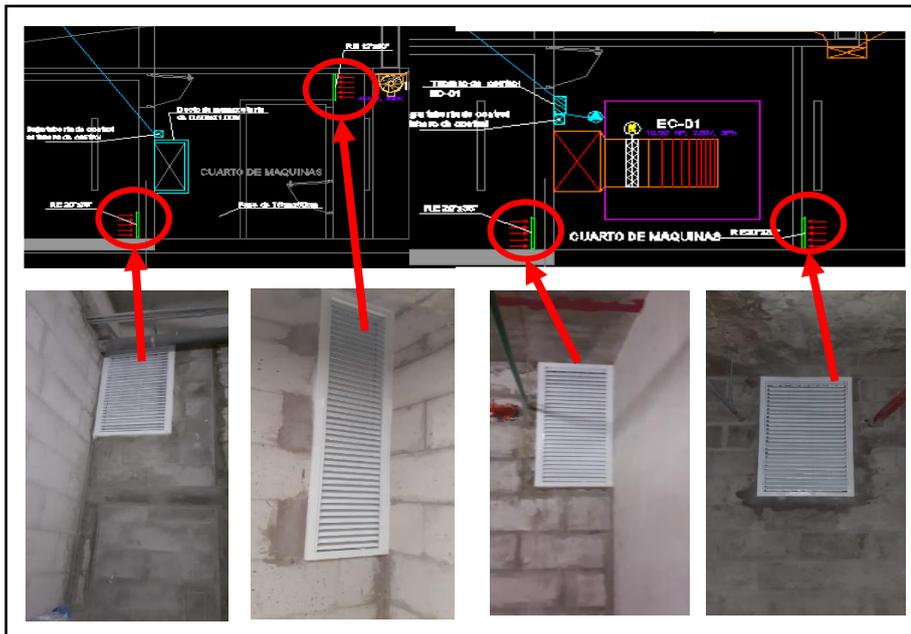
Se incluye un tablero eléctrico con llave termo magnética, arrancador, luz piloto, switch M-O-A y un controlador lógico programable (PLC), adecuado para recibir la señal de arranque de los sensores de CO, y poner en operación simultáneamente al extractor, equipos inyectores de aire fresco y los “jet fans” en una lógica de funcionamiento sectorizada (semisótano y sótano).

Figura 20: Rejillas de extracción de Monóxido



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19: Rejillas de Inyección de Aire Fresco



Fuente: Elaboración Propia

3.2.6. Instalación de Sensores de Monóxido

Los sensores de monóxido de carbono instalados están adosados a la pared, marca SYSTEM SENSOR. Están calibrados de fábrica, para enviar una señal

de arranque al extractor, cuando se detecte una concentración de 50 ppm de CO. En caso de detectarse una concentración de 50 ppm de CO, envían una señal que activa una alarma sonora., solo se activarán los ventiladores correspondientes a dicho sector, trabajando el extractor centrífugo al 50% o al 100% de su capacidad, contando éste además con una botonera de parada en emergencia ubicada en el cuarto de máquinas

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

- El diseño del sistema de ventilación que se implementado es eficiente, de acuerdo con las pruebas realizadas y cumple con la renovación de aire en los sótanos (5 Renv/H) de acuerdo a lo estipulado por el RNE.
- El sistema implementado cumple con la normativa indicada por (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020) en el RNE, que indica que nuestro sistema comienza a funcionar apenas detecta una concentración de 50 ppm a diferencia de lo implementado por (Remon Zavaleta, 2016) que es cuando sobrepasa el límite de 35 ppm, esto se da debido a que él se guía de lo indicado por ASHRAE. A pesar de partir de distintas bases, ambas son efectivas.
- En concordancia con lo investigado por (Acosta Gomez, 2017) cuando un diseño de extracción de Monóxido está mal realizado es alta la probabilidad de crear un efecto remolino que termine devolviendo el aire contaminado que ha sido extraído y que esto traiga molestias a los usuarios del ambiente. Es por el sistema a implementar ha tenido busca justo evitar este fenómeno y así poder mantener un ambiente adecuado para los usuarios del estacionamiento.
- Los motores que accionan el sistema de ventilación entregan la potencia requerida para el funcionamiento correcto de los ventiladores centrífugos, jet fan y helicocentrífugos. La potencia requerida por el extractor principal es de 7.5 KW, para los equipos Jet Fan es 11.0 KW y los helicocentrífugos es de 1.4 KW.
- Se definió y calculó que los caudales a extraer en cada uno de los estacionamientos fueron de 6,000CFM para el semisótano y 6,000CFM para el sótano para la extracción del aire, y 4,500 CFM para el sótano en inyección de aire fresco, que se han calculado con los parámetros establecidos por normas vigentes y los autores profesionales en el rubro de ventilación.

- Se realizó el diseño del sistema de ventilación mecánica, para el edificio multifamiliar Clovis, mediante el uso de un sistema que se basa en ventiladores de impulsión Jet fans para el traslado del caudal de aire a extraer y que para realizar completar el diseño mecánico se requiere de una simulación CFD para garantizar su funcionamiento.
- La ubicación y distribución adecuada de los Jet fans se realizó mediante varias simulaciones CFD, de esta forma se pudo conocer el movimiento del aire en el interior del sótano y semisótano, y así evitar posibles concentraciones de CO o recirculación de este gas, además dicha distribución sería muy difícil especificar mediante cálculos manuales.
- El diseño planteado presenta una ventaja en comparación con el sistema de ductos, ya que la estratégica ubicación de Jet fans, descolgados de la losa, deja libre el espacio entre el nivel de piso y la parte inferior de las vigas, que evita los posibles inconvenientes en cumplir el requerimiento de los 2.10 m libres para el ingreso de los vehículos de acuerdo al RNE, adicional a esto los sótanos de estacionamientos tienen un mejor acabado arquitectónico al presentar un sótano más limpio libre de ductos metálicos.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de este tipo de sistema en ambientes cerrados para evitar la alta concentración de gases nocivos para la salud.
- Se recomienda una interacción entre la empresa de arquitectura diseñadora del edificio y el ingeniero mecánico de la empresa especialista en HVAC, la cual es fundamental para determinar los requerimientos de espacios para los equipos, ubicación y realice también la compatibilización de los requerimientos de energía del sistema.
- Es posible mejorar el sistema considerando el funcionamiento a cargas parciales para la inyección, impulsión y extracción de aire, implementando un control de velocidad variable con sensores de CO no del tipo on-off que han sido instalados sino del tipo proporcional (PID) con el uso de variadores de velocidad y PLC, para un ahorro de energía en el funcionamiento del sistema.
- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada cuatro meses (tres vistas al año) teniendo en cuenta limpieza de extractor, engrasado de chumacera y verificación de la corriente de los equipos instalados, así como de los tableros de control.
- En tiempos de pandemia, como el actual, el uso del sistema de ventilación de los sótanos, para así evitar que el aire se estanque y teniendo en cuenta que si no se llega a la concentración de 50 ppm el sistema no funciona, sería recomendable implementar su funcionamiento alternativo mediante un control horario programado por la junta de propietarios del edificio.

VI. BIBLIOGRAFIA

Acosta Gomez, Roberto Carlos. 2017. *CONCENTRACIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DEL PERSONAL QUE LABORA EN EL PARQUEADERO DEL EDIFICIO PRINCIPAL DEL GAD MUNICIPAL DE AMBATO.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2017. Trabajo de Investigación para la obtencion del grado de Magister.

Air Movement and Control Association Inc. 1995. *Air Systems.* Illinois : s.n., 1995.

American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. 2011. *ASHRAE HANDBOOK.* SI. s.l. : ASHRAE, 2011.

Analysis of Jet Fan Ventilation System installed in an Underground Car Park with Partition Walls . **Željko Špiljar, Miodrag Drakulić, Daniel Rolph Schneider. 2018.** Croacia : Journal of Sustainable Development of Energy, Water , 2018.

Assessment of PM1 number concentration with respect to traffic flow and thermal environment in a residential underground garage . **Yu Zhao, Xiaocheng Song and Jianing Zhao. 2018.** China : Global NEST Journal, 2018.

Baturin, V.V. 1976. *Fundamentos de Ventilacion Industrial.* [trad.] Alberto Oliart Furrellat. Barcelona : Labor SA, 1976.

CAPCHA TICONA, YULIANA ELISA. 2019. *DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO PARA LA MEJORA DE LA VENTILACIÓN DE LOS SÓTANOS DE ESTACIONAMIENTOS DEL CENTRO COMERCIAL LA RAMBLA SAN BORJA.* UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR. 2019. TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.

CARBON MONOXIDE DIFFUSION AND VENTILATION IN UNDERGROUND GARAGE. **PENG, S. B., CHEN, Q. K., GUO, B. Y., PEI, G. H. 2019.** Hungary : APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH, 2019.

Carbon Monoxide Poisoning. **Ernst, Armin y Zibrak, Joseph. 1998.** s.l. : The New England Journal of Medicine, 1998.

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. 2000. *NTP 741: Ventilación general por dilución.* 2000.

Cohen Abbo, Miguel. 1986. *AIRE ACONDICIONADO.* 1986.

Committee on Industrial Ventilation. *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice.*

Control of smoke flow using a jetfan in an underground car park. **Marek Borowski, Marek Jaszcsur, Michal Karch, Tomas Burdzy. 2019.** Poland : EDP Sciences, 2019.

Echeverri Londoño, Carlos Alberto. 2011. *VENTILACIÓN INDUSTRIAL.* Medellin : Universidad de Medellín, 2011.

Franco Barbero, Adrian. 2013-2014. *Caso practico de sistema de ventilacion en edificio segun CTE-HS-3 para urbanizacion con aparcamiento subterraneo.* Universidad Politecnica de Cartagena. Cartagena : s.n., 2013-2014.

Generalitat Valenciana. 1992. *VENTILACION INDUSTRIAL: Manual de Recomendaciones Practicas para la prevencion de Riesgos Profesionales.* Valencia : Conselleria Trebal i Afers Socials, 1992. págs. 1-2.

Grimm, Nils R. y Rosaler , Robert C. 1996. *Manual de diseño de Calefaccion, ventilacion y aire acondicionado.* España : McGraw-Hill, 1996.

Indoor Air Environment of a Shopping Centre Carpark: CFD Ventilation Study. **Rafat Al-Waked, Nathan Groenhout, Lester Partridge, Mohammad Nasif. 2017.** Australia : Uni versal Journal of Mechanical Engineering, 2017.

Jet fans in the underground car parking areas and virus transmission. **Ata Nazari, Moharram Jafari, Naser Rezaei, Farzad Taghizadeh-Hesary, and Farhad TaghizadehHesary. 2020.** Irán : Physics of Fluids , 2020.

Marcial Valladares, Yampier Alberto. 2019. *Diseño de un sistema de ventilacion mecancia para asegurar la concentracion permisible de monoxido de carbono en el estacionamiento subterraneo del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloria General de la Republica.* Universidad Tecnologica del Peru. Lima : s.n., 2019. Tesis para obtener el Titulo Profesional.

Marin Tovar, Carlos Alberto. 2013. *Diseño de un sistema de ventilación mediante el uso de CFD.* UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. 2013. Tesis de Grado.

Ministerio de Vivienda. 2019. DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LA MODIFICACIÓN DEL REGLAMENTO ESPECIAL DE HABILITACIÓN URBANA Y EDIFICACIÓN, APROBADO POR DECRETO SUPREMO Nº 010-2018-VIVIENDA. 2019.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2020. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : s.n., 2020.

MONITORING AND SIMULATION OF MECHANICALLY VENTILATED UNDERGROUND CAR PARKS. **Adil Eshack, Leo Samuel D.G, M. Prakash Maiya, Shiva Nagendra S.M. 2015.** Turkey : Journal of Thermal Engineering , 2015.

Pita, Edward G. 1994. *Acondicionamiento de Aire Principio y Sistemas.* [trad.] Virgilio Gonzales Pozo. Mexico : COMPAÑIA EDITORIAL CONTINELTAL SA, 1994.

Porges, John y Porges, Fred. 1974. *Prontuario de Calefaccion, Ventilacion y Aire Acondicionado.* [trad.] Jorge Bacaria Blanxart. España : Marcombo SA, 1974.

Quinchia Hernandez, Rigoberto y Puerta Sepulveda, Jorge. 1988. *Ventilacion Industrial.* Medellin : s.n., 1988.

QUISPE DIOSES, CARLOS MIGUEL. 2017. *DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO PARA SOTANOS DE ESTACIONAMIENTO DEL CENTRO COMERCIAL GALAXY PLAZA.* UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR . 2017. TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .

Remon Zavaleta, Mauro Cesar Alonso. 2016. *Sistema de extracción de monóxido de carbono para estacionamientos en los sotanos del edificio corporativo Panorama.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : s.n., 2016. Monografía Tecnica.

Salvador Escoda SA. 1998. *Manual Practico de Ventilacion.* Barcelona : Soler&Palau, 1998.

Sheet Metal and Air Aconditioning Contractors National Association, Inc. 1995. *HVAC DUCT CONSTRUCTION STANDARS.* U.S.A. : s.n., 1995.

Soler&Palau. 1995. 1995.

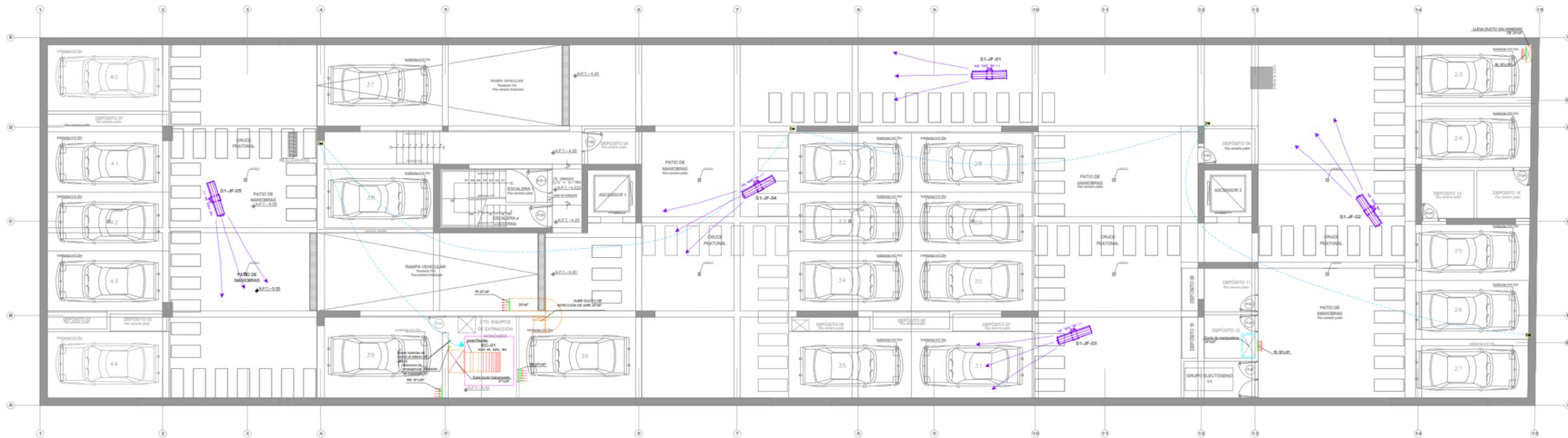
Study of Securing Required Ventilation Rates and Improving Mechanical Ventilation Systems for Underground Parking Lots. **Se-Jin Ahn, Hyuk-Min Kwon, Geum-Hee Kim, Jeong-Hoon Yang. 2016.** Korea : Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2016.

Torres Melgarejo, Mario Andre. 2014. *Diseño de un sistema de Ventilacion para estacionamiento subterraneo de tres niveles.* Pontificia Universidad Catolica del Peru. Lima : s.n., 2014. Tesis para optar el Titulo de Ingeniero Mecanico.

Ventilation for Enclosed Parking Garages. **Krarti, Moncef y Ayarl, Arselene. 2001.** s.l. : ASHRAE Journal, 2001.

ANEXOS

1. Planos As-Built



PLANTA SOTANO



PLANTA SEMISOTANO



CLIMATIZACIÓN
VENTILACIÓN MECÁNICA
REFRIGERACIÓN, PROYECTOS
SERVICIOS

Calle Francisco Pizarro 240
Oficina 201 Bellavista-Calleja
Teléfono:
99233449 99233443-433220

PLANO AS BUILT

PROPIETARIO:

RB EDIFICACIONES
S.A.C

DESARROLLO:

ING. JHONATAN HERNANDEZ

DIBUJO:

YENSO GUERRERO VARGAS

PROYECTO:

EDIFICIO MULTIFAMILIAR
PARQUE CLOVIS

ESPECIALIDAD:

INSTALACIONES MECÁNICAS

PLANO:

SISTEMAS DE EXTRACCIÓN
DE MONÓXIDO DE
CARBONO

SÓTANO Y SEMISÓTANO

Nº DE PROYECTO:

2020-01

FECHA:

SETIEMBRE, 2020

ESCALA:

1/75

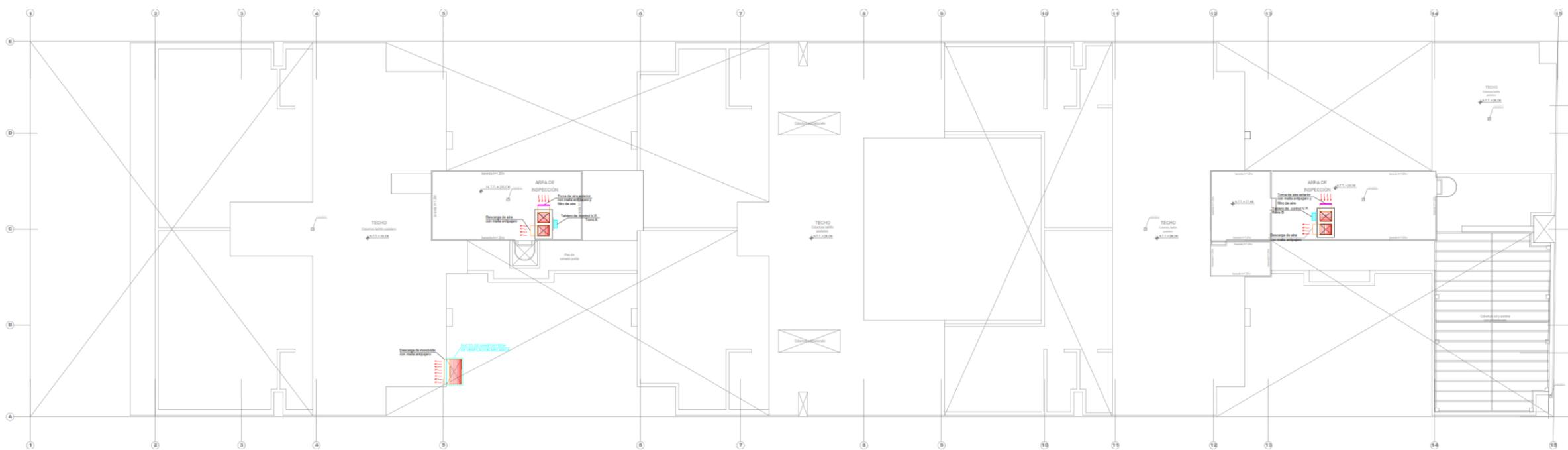
REV:

0

PLANO:

IM-01

01 de 07



PLANTA TECHO



CLIMATIZACIÓN
VENTILACIÓN MECÁNICA
REFRIGERACIÓN, PROYECTOS
SERVICIOS

Calle Francisco Pizarro 240
Oficina 201 Bellavista-Colonia
Teléfono:
99235449-996232462-4533230

**PLANO
AS BUILT**

PROPIETARIO:

**RB EDIFICACIONES
S.A.C**

Desarrollo:

ING. JHONATAN HERNANDEZ

Dibujo:

YENSO GUERRERO VARGAS

Proyecto:

**EDIFICIO MULTIFAMILIAR
PARQUE CLOVIS**

Especialidad:

INSTALACIONES MECANICAS

Plano:

**SISTEMAS DE EXTRACCIÓN
DE MONÓXIDO DE
CARBONO**

PLANTA TECHO

Nº DE PROYECTO:

2020-01

Fecha:

SEPTIEMBRE, 2020

Escala:

1/75

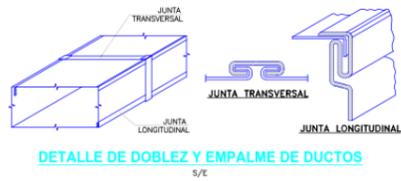
Rev:

0

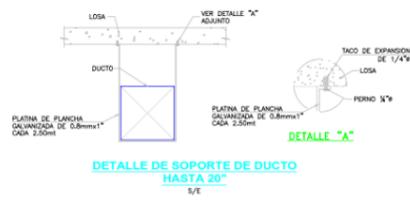
Plano:

IM-02

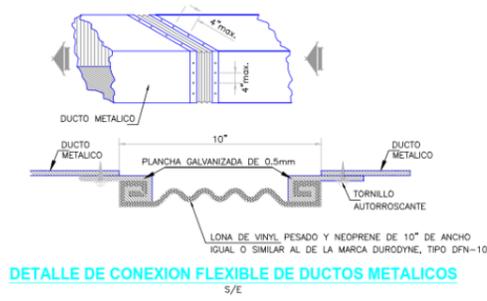
08 de 07



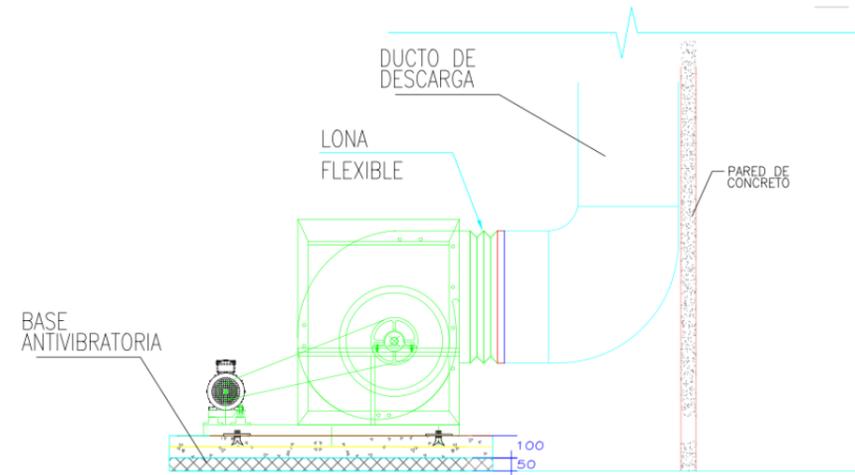
DETALLE DE DOBLEZ Y EMPALME DE DUCTOS
S/E



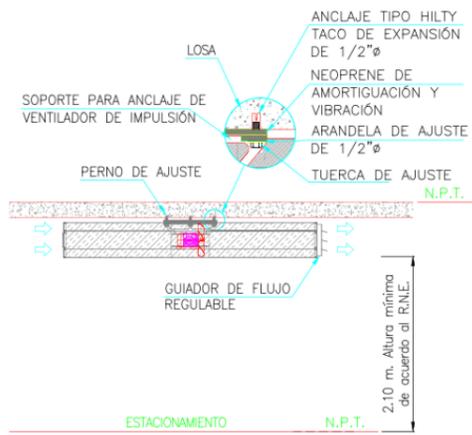
DETALLE DE SOPORTE DE DUCTO HASTA 20"
S/E



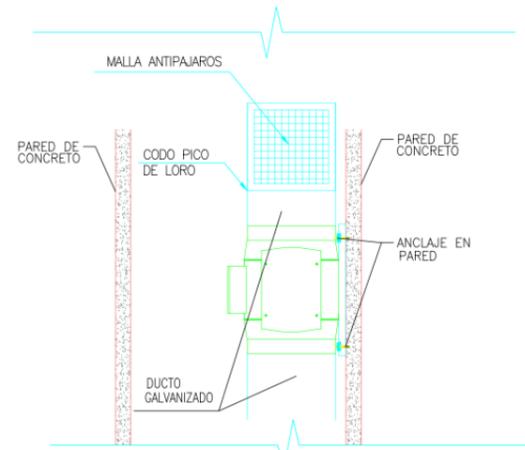
DETALLE DE CONEXION FLEXIBLE DE DUCTOS METALICOS
S/E



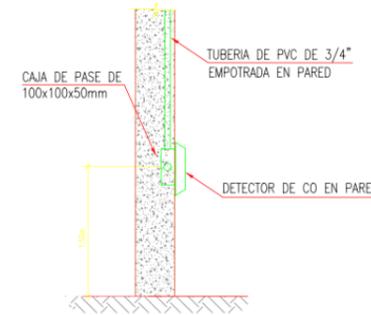
DETALLE TIPICO DE VENTILADOR CENTRIFUGO PARA LA EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO
Sin escala



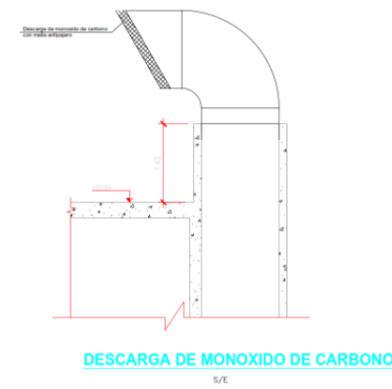
DETALLE DE ANCLAJE Y ALTURA MÍNIMA PARA VENTILADORES TIPO JETFAN
Sin escala



DETALLE TIPICO DE VENTILADORE HELICOCENTRIFUGOS PARA LA INYECCION DE AIRE EN SÓTANOS
Sin escala



DETALLE UBICACIÓN DEL DETECTOR DE MONOXIDO DE CARBONO
Sin escala



DESCARGA DE MONOXIDO DE CARBONO
S/E

LEYENDA

	DUCTO DE PLANCHA GALVANIZADA
	DUCTO DE MAMPOSTERIA
	DUCTO DE MAMPOSTERIA ENTERRADO
	PUNTO DE FUERZA
	DETECTOR DE MONOXIDO DE CARBONO
	BOTONERA DE EMERGENCIA
	INYECTOR AXIAL
	EXTRACTOR AXIAL
	INYECTOR CENTRIFUGO
	EXTRACTOR CENTRIFUGO
	INYECTOR HELICOCENTRIFUGO
	REJILLA DE EXTRACCION DE AIRE
	REJILLA DE INYECCION DE AIRE

EQUIPOS DE VENTILACIÓN								
NOMENCLATURA	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	PRESIÓN ESTÁTICA ("C.A.)	TIPO	TRANSMISIÓN	Característica eléctrica	UBICACIÓN DE EQUIPOS	SISTEMA
EC-01	1	12,000	1.50	CENTRIFUGO DE DOBLE ENTRADA	FAJA Y POLEA	10HP 220V/3F/60HZ	SÓTANO	EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO
IHC-01	1	1,500	0.20	HELICOCENTRIFUGO	DIRECTO	464W 220V/1F/60HZ	SEMISÓTANO	EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO
IHC-02	1	1,500	0.20	HELICOCENTRIFUGO	DIRECTO	464W 220V/1F/60HZ	SEMISÓTANO	EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO
IHC-03	1	1,500	0.20	HELICOCENTRIFUGO	DIRECTO	464W 220V/1F/60HZ	SEMISÓTANO	EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO
JF-01 al 05-SS JF-01 al 05-S1	10	2,940	*	JETFAN-TUBO AXIAL	*	1.1KW 220V/3F/60HZ	SEMISÓTANO SÓTANO	EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO



CLIMATIZACIÓN
VENTILACIÓN MECÁNICA
REFRIGERACIÓN, PROYECTOS
SERVICIOS
Calle Francisco Pizarro 240
Oficina 201 Bellavista-Calleo
Teléfono:
98233449 98233443-433320

PLANO
AS BUILT

PROPIETARIO:

RB EDIFICACIONES
S.A.C

DESARROLLO:

ING. JHONATAN HERNANDEZ

DIBUJO:

YENSO GUERRERO VARGAS

PROYECTO:

EDIFICIO MULTIFAMILIAR
PARQUE CLOVIS

ESPECIALIDAD:

INSTALACIONES MECANICAS

PLANO:

SISTEMA DE EXTRACCIÓN

DETALLES - LEYENDA
CUADRO DE EQUIPOS

Nº DE PROYECTO:
2020-01

FECHA:
SEPTIEMBRE, 2020

ESCALA:
S/E

REV:
0

PLANO:

IM-03

2. Catálogos de Equipos



CLOVIS

Sistema de Extracción de Monóxido de Carbono



S&P Perú S.A. / Dirección: Av. Minerales # 815 C.P. 15081, Lima
Perú. / Tel. +51 (1) 2009015





Proyecto: CLOVIS



Lista de equipos

	Ref. Producto	Cód. Producto	Desc.	Cantidad	Volume	Pressure
-	EC-01	58DBI500000000	BDB-1500-10HP/2-1550rpm-(220~3)	1	12.002 cfm	1,50 Inwg
-	IHC-01/02/03	5TD-4000/355	EXT.TD-4000	3	2.003 cfm	0,357 Inwg



BDB-I

BDB-1500-10HP/2-1550RPM-(220~3)



Serie **BDB Clase I** compuesta por ventiladores centrifugos de doble oído de aspiración y rodete de álabes atrasados, marca S&P, modelo BDB-1500-10HP/2-1550rpm-(220~3), con caudal 12.002 cfm y presión 1,50 Inwg. Estos ventiladores brindan grandes prestaciones de caudal-presión con mínimo consumo de energía y nivel sonoro bajo.

Proyecto: CLOVIS - Referencia producto: EC-01

Punto requerido

Caudal	12.000 cfm
Presión Estática	1,50 Inwg
Temperatura	20 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,2 Kg / m ³
Frecuencia	60 Hz

Punto de trabajo

Caudal	12.002 cfm
Presión estática	1,50 Inwg
Presión dinámica	0,468 Inwg
Presión total	1,97 Inwg
Eficiencia	55
Rend Total	54,9 %
Potencia útil	6,79 Hp
Factor de Servicio Req	10
Rend Estático	41,8 %
Velocidad descarga	13,9 m/s
Velocidad ventilador	1550 rpm
Potencia específica	0,99 W/l/s

Construcción

Tamaño ventilador	500
Peso	181,00 kg

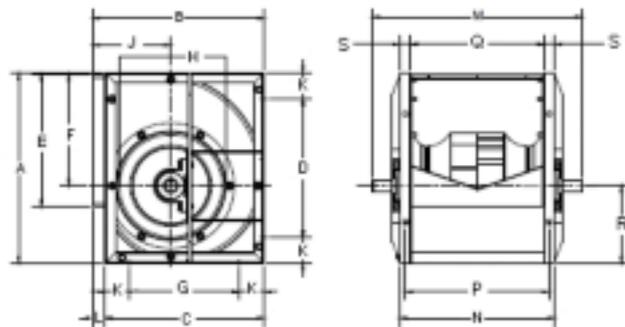
Características del motor

Número de Polos	2
Potencia motor	10 Hp
Tensión	3-220V-60Hz
Índice de protección	IP55

Clase motor

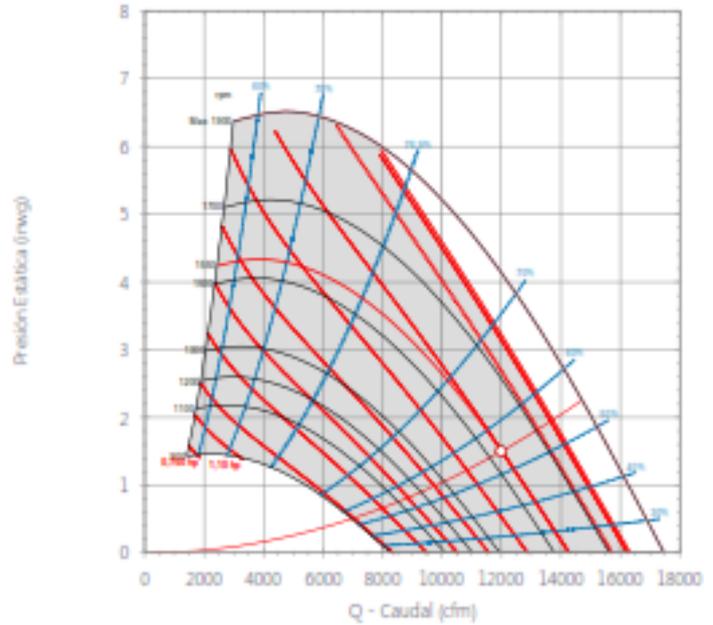
F

Dimensiones



A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S
918	800	750	718	637	538	550	520	352	100	50	924	718	678	638	430	40

Curva



Características acústicas

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Aspiración (LwA)	73	85	83	87	86	83	87	72	93
Aspiración LpA @ 5m	48	60	58	62	61	58	62	47	68





TD-MIXVENT-115-220V-60HZ

5TD-4000/355 - EXT.TD-4000 - VENTILADORES HELICOCENTRÍFUGOS EN LÍNEA

Ventiladores helicocentrífugos de bajo perfil. El cuerpo-motor es desmontable sin necesidad de tocar los conductos. Fabricados en material plástico (modelos 160 a 800) o en chapa de acero galvanizada protegida con pintura epoxi-poliéster anticorrosiva (modelos 1000 a 6000).



Motores

Modelos 160 a 2000:

IP54, Clase F, con rodamientos a bolas de engrase permanente y protector térmico. Regulables por variación de tensión.

Otros datos

Marca S&P modelo EXT.TD-4000 para un caudal 2.003 cfm y presión estática 0,357 inwg.

Proyecto: CLOVIS - Referencia producto: IHC-01/02/03

Punto requerido

Caudal	1.500 cfm
Presión Estática	0,200 inwg
Temperatura	20 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,2 kg / m ³
Frecuencia	60 Hz

Punto de trabajo

Caudal	2.003 cfm
Presión estática	0,357 inwg
Presión dinámica	0,221 inwg
Presión total	0,577 inwg
Velocidad descarga	9,6 m/s
Velocidad ventilador	1690 rpm

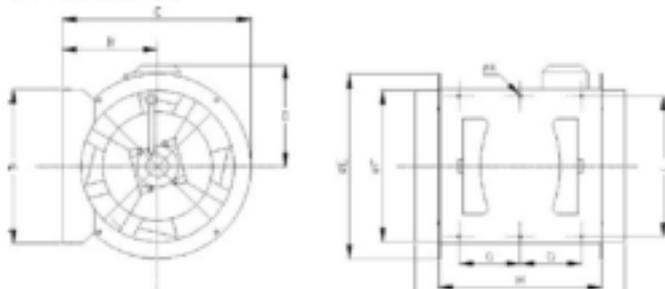
Construcción

Diámetro impulsión	355 mm
Tamaño ventilador	355
Peso	19,00 kg

Características del motor

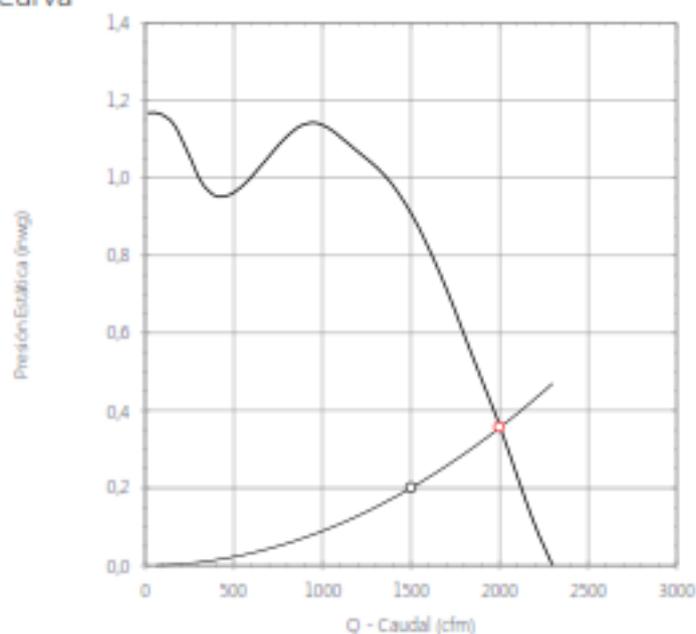
Tensión	1-220V-60Hz
Índice de protección	IP54
Clase motor	F

Dimensiones



A	B	C	D	E	F	G	H	I
357	238	451	224	426	354	150	368	474
J	K							
340	8,5							

Curva



Características acústicas

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Aspiración (LwA)	40	49	61	66	73	70	66	57	76
Aspiración LpA @ 3m	15	24	36	41	48	45	41	32	51
Radiado (LwA)	29	57	66	71	77	74	67	62	80
Radiado LpA @ 3m	4	32	41	46	52	49	42	37	55



ARMO J

JET FANS AXIALES



18 MESES

SANCIÓN
EN COMERCIO

Los Jet Fans son ventiladores que dirigen los gases tóxicos hacia puntos de escape mediante la creación de flujos de chorro, empuje e impulso gracias a su larga carcasa. Estos dispositivos se instalan a través de pies de montaje que vayan acorde con las vigas estructurales.

APLICACIÓN: Sistema de ventilación de monóxido de carbono para aparcamientos.

> Especificaciones generales

- ▶ Probado y certificado de acuerdo con EN 12101 – 3 and CE
- ▶ Diseño especial del deflector para evitar desventajas arquitectónicas
- ▶ Apariencia estética

> Especificaciones de la hélice

- ▶ La hélice puede operar de manera unidireccional. Las aspas están especialmente diseñadas para cada tipo de dirección teniendo así altas prestaciones aerodinámicas.
- ▶ La hélice del ventilador está balanceada dinámicamente de acuerdo con ISO 1940
- ▶ Los ejes están especialmente diseñados

> Especificaciones de la carcasa

- ▶ Todas las carcasas son de chapa de acero con un acabado galvanizado en caliente y resistente a la corrosión
- ▶ Además de los ventiladores estándar de carcasa larga, la versión de carcasa corta también está disponible para espacios de instalación limitados
- ▶ El material de aislamiento es lana mineral, que es mucho más amigable para la salud que la lana de roca (a pedido)
- ▶ Espacios de instalación limitados (a pedido)

> Especificaciones del motor

- ▶ Motores de 2 y 4 polos disponibles
- ▶ Protección IP 55
- ▶ Aislamiento tipo H

> Atenuadores

- ▶ Los atenuadores están diseñados especialmente para proporcionar un alto beneficio al rendimiento aerodinámico y disminuir los niveles de sonido debido a la rectitud de su fluido y convertir sus efectos de energía cinética en presión

> Puerta de entrada

- ▶ La puerta de entrada está especialmente diseñada para proporcionar un beneficio considerable al rendimiento aerodinámico y disminuir los niveles de sonido debido a que proporciona un paso suave de aire desde atrás del ventilador a las aspas y evita los flujos de retroceso y la separación cerca de los ejes.

> Fácil Mantenimiento

Hay dos tipos de ventilador

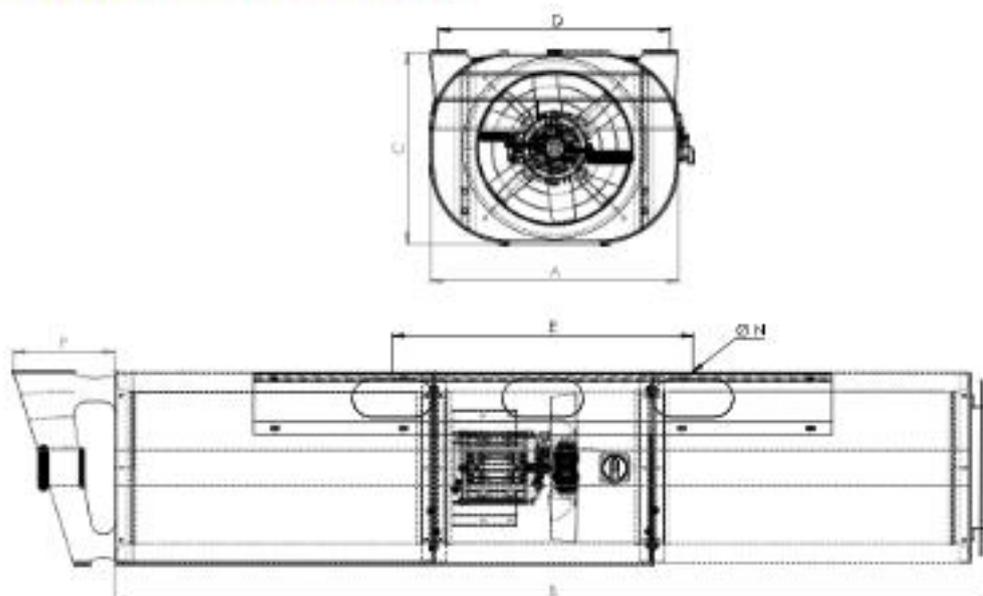
- ▶ **Modelo de 3 partes:** Este modelo consta de 2 silenciadores estacionarios y una parte móvil que puede moverse hacia abajo del dispositivo a través del sistema de deslizamiento. Gracias a este sistema, el jet fan se mantiene fácilmente evitando las desventajas arquitectónicas. Las muestras se muestran a continuación (Ver figura 1).



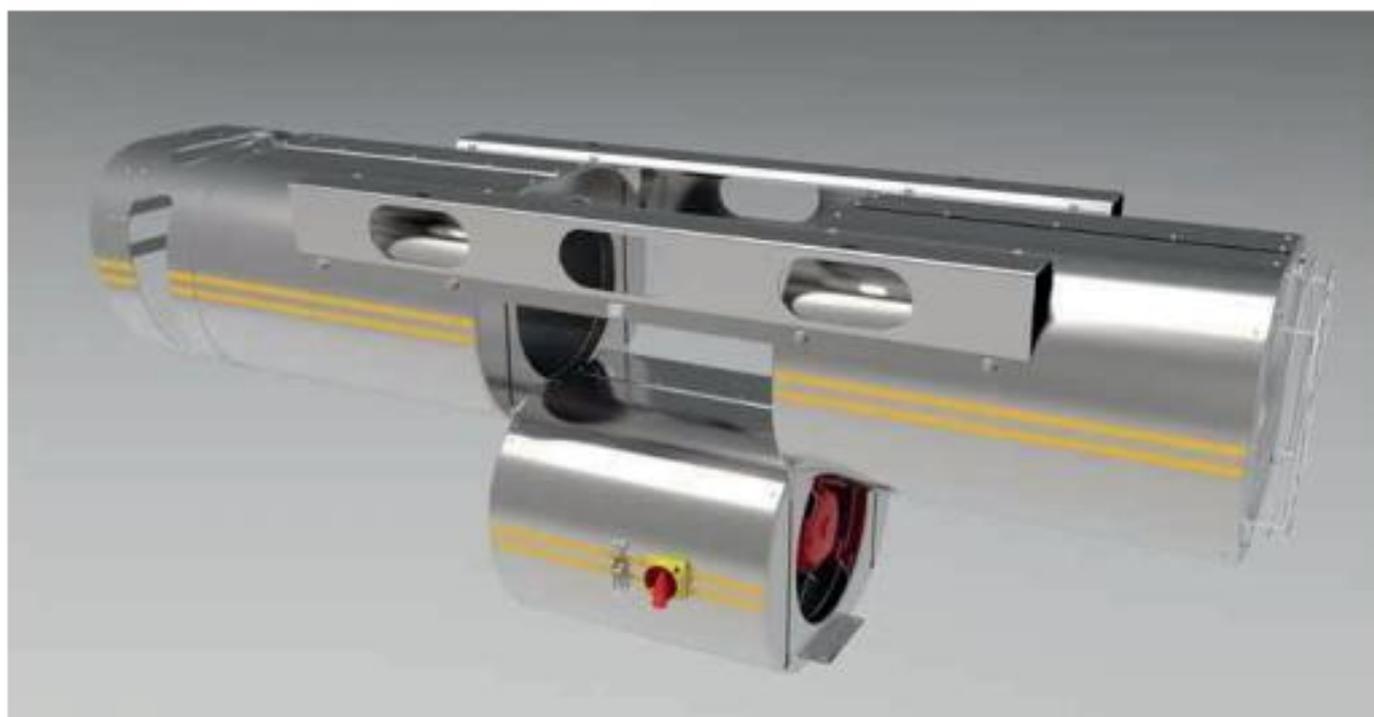
Figura 1 Modelo 3 partes

- ▶ **Modelo de 2 partes (Modelo dividido):** Este modelo consta de 1 silenciador móvil que puede desmontarse del silenciador estacionario, lo que facilita el mantenimiento.

JET FAN UNIDIRECCIONAL



TIPO	A	B	C	D	E	F	ØN
Ø315	532	1788	402	495	700	245	M12



* Imagen Referencial (Modelo a pedido)

TIPO	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Empuje (N)	Caudal (CFM)	Potencia Motor (kW)	Corriente Nominal (A)	Velocidad (rpm)	Presion Sonda (a 3m altura) LpA/dB (A)	Peso kg
ARMO-J315	220	60	44	2940	1.1	4.2	3450	66	91



Detectores de Monóxido de Carbono CO1224T y CO1224TR con Tecnología RealTest®

Los Detectores de Monóxido de Carbono (CO) CO1224T y CO1224TR (circular) de System Sensor utilizan una celda de detección electroquímica muy confiable y de alta precisión para proporcionar advertencia temprana ante niveles peligrosos de CO.



Características

- RealTest® permite realizar una prueba funcional con CO en spray.
- En total conformidad con UL 2075.
- Un relé de problema según lo exigido por la normativa vigente.
- Supervisión de cableado eléctrico con terminales SEMS.
- Un temporizador de seis años de vida útil.
- 12/24 VCD.
- Bajo consumo de corriente: 20 mA en modo normal y 40 mA en alarma.
- Montaje versátil, en pared o cielorraso.
- Tecnología de detección electroquímica confiable y precisa.
- Placa de reemplazo CO-PLATE opcional para detector de CO, para adaptar a CO1224T detectores de otros fabricantes instalados anteriormente.

Con Tecnología RealTest®, la celda de detección de gas CO utilizada en los detectores CO1224T y CO1224TR puede ser probada con un agente de gas CO y así cumplir con los requisitos de la norma NFPA 720: 2009. Simplemente colocar el detector en modo RealTest, pulverizar una pequeña cantidad de CO en el detector según las instrucciones de instalación y después de unos segundos el detector entrará en estado de alarma, lo que indicará la entrada exitosa de gas. (Consultar la página del reverso o el manual de usuario para obtener instrucciones completas.)

Cuando se detectan niveles peligrosos de CO, los detectores CO1224T y CO1224TR alertan a los residentes al hacer sonar y encender una alarma temporal de 4 señales. Gracias al monitoreo desde la estación central las 24 horas, los 7 días de la semana, los residentes tienen garantizada la protección ya sea que estén fuera del hogar, durmiendo o ya sufriendo los efectos del CO.

Los detectores CO1224T y CO1224TR están diseñados para operar en un sistema. Estos detectores listados UL 2075 ofrecen un relé de problema según lo exigido por la normativa vigente para enviar una señal de falla de sensor o de caducidad de vida útil al panel de control y a la estación central. Los detectores CO1224T y CO1224TR también utilizan tornillos de cabeza Philips para los terminales SEMS para lograr conexiones de cableado eléctrico más positivas y supervisión de cableado eléctrico según lo exigido por la normativa vigente. Con un bajo consumo de corriente, estos detectores permiten que se conecten más dispositivos al panel y limitan así la necesidad de comprar fuentes de alimentación adicionales o paneles más costosos. Al ser detectores de 12/24 VCD, CO1224T y CO1224TR funcionan con la mayoría de los paneles de control de alarma contra incendios y de seguridad de la industria.

Certificaciones



Especificaciones de los Detectores de Monóxido de Carbono CO1224T y CO1224TR

Especificaciones de Arquitectura/Ingeniería

El detector de monóxido de carbono (CO) será un modelo de System Sensor para ser conectado a un sistema número CO1224T o CO1224TR listado por Underwriters Laboratories UL 2075 para Detectores y Sensores de Gas y Vapor. El detector estará equipado con una sirena y un relé de problema. La base del detector podrá montarse en una caja de conexión de bastidor simple o directamente (en superficie) en pared o cielorraso. Las conexiones del cableado eléctrico se realizarán con tornillos SEMS. El detector proporcionará indicación con un LED rojo y otro verde que titilarán para indicar normal, alarma o caducidad de vida útil. Cuando la supervisión del sensor se encuentra en condición de problema, el detector enviará una señal de problema al panel. Cuando el detector emita una señal de problema o de caducidad de vida útil, el detector deberá ser reemplazado. El detector contará con los medios para probar la entrada de gas CO a la celda de detección de CO. El detector además incluirá un modo de prueba que acepte el gas CO de un agente de prueba y active la alarma inmediatamente al detectar la entrada de CO. El detector desempeñará la detección de CO hasta una altura de 3657 metros por encima del nivel del mar y activará la alarma dentro del rango de tiempo especificado por ANSI/UL 2034 para concentraciones de CO de 70, 150 y 400 partes por millón (ppm), lo cual será verificado por un laboratorio de pruebas reconocido a nivel nacional.

Especificaciones Eléctricas

Voltaje Operativo	12/24 VCD
Señal Audible	85 dB en alarma
Corriente Normal	20 mA
Corriente en Alarma	40 mA (prueba de 75 mA)
Potencias de Contacto de Alarma	0,5 A a 30 VCD
Potencias de Contacto de Problema	0,5 A a 30 VCD

Especificaciones Físicas

Tamaño: CO1224T	Largo: 12,9 cm, Ancho: 8,3 cm, Alto: 3,0 cm
CO1224TR	Diámetro: 15,2 cm, Alto: 3,3 cm
Peso Aproximado	CO1224T: 198,4 gramos; CO1224TR: 311,8 gramos
Rango de Temperatura Operativa	0°C a 40° C (32°F a 104°)
Rango de Humedad Operativa	22 a 90% de HR
Terminales de Entrada	1,6 a 0,6 mm de diámetro
Montaje	Caja de conexión de bastidor simple, montaje en superficie, en pared o cielorraso
Rango de Operación	5,000 Ft ² - 4,000 Ft ² / 465m ² - 372m ²

Modos de Operación

Modo de Operación	LED verde	LED rojo	Sirena
Normal	Titila 1 vez por minuto	—	—
Alarma	—	Titila en el patrón temp 4	Suena en el patrón temp 4

Función RealTest®: Los detectores de monóxido de carbono CO1224T y CO1224TR de System Sensor con RealTest permiten evaluar la funcionalidad de la celda de detección de CO con un agente de prueba de CO en spray.



1. Presionar y mantener posicionado el botón 'Test/Hush (prueba/silencio)' durante dos segundos para ingresar a modo RealTest. El LED verde se iluminará una vez por segundo para indicar que se ha iniciado el modo RealTest.



2. Pulverizar agente de CO en spray sobre el detector.



3. Verificar la detección de CO en el panel de control. El detector saltará automáticamente del modo de alarma RealTest luego de 20-60 segundos.

OBSERVACIONES: Consultar las normativas locales y las establecidas por la autoridad local competente para determinar si se debe realizar una prueba funcional de gas para realizar una instalación.

Función de Silencio: Al presionar el botón Test/Hush (Prueba/Silencio) se silencia la sirena por 5 minutos (excepto en el modo RealTest).

Función de Problema: Cuando el detector se encuentre en condición de problema, enviará una señal de problema al panel.

Temporizador de Caducidad de Vida Útil: Cuando caduque la vida útil del sensor interno del detector, se enviará una señal de problema al panel para indicar que se debe reemplazar el detector. La vida útil de un detector electroquímico de CO es de aproximadamente seis años. El detector debe ser reemplazado antes de la fecha indicada en el interior del producto.

CO-PLATE: System Sensor también ofrece la placa CO-PLATE de reemplazo del detector de CO para cubrir la huella (si es necesario) de detectores de monóxido de carbono de otros fabricantes instalados con anterioridad que deban reemplazarse.



CO-PLATE

Información para Realizar Órdenes de Compra

N° de Pieza	Descripción
CO1224T	Detector de monóxido de carbono monitoreado por sistema, de 4 cables, 12/24 voltios, con tecnología RealTest®.
CO1224TR	Detector de monóxido de carbono circular, monitoreado por sistema, de 4 cables, 12/24 voltios, con tecnología RealTest®.
CO-PLATE	Placa de reemplazo del detector de CO para cubrir la huella de detectores de otros fabricantes instalados con anterioridad, según sea necesario.



3825 Ohio Avenue • St. Charles, IL 60174
Teléfono: 800-SENSOR2 • Fax: 630-377-6495
www.systemsensor.ca

©2012 System Sensor
Las especificaciones del producto están sujetas a cambios sin previo aviso.
Visite systemsensor.ca para obtener información actualizada acerca del
producto, incluida la última versión de este folleto técnico.
SC12000100 - 11/12

3. Informe de Simulación CFD



EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR CLOVIS

ÁREA DE INGENIERÍA

MOTOREX S.A

REPORTE

**“SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO
MULTIFAMILIAR CLOVIS”**

Lima, 2020

EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR CLOVIS**1.-OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Los objetivos del presente estudio se resumen en los siguientes puntos:

- Calcular el número de Jet Fans utilizando el método: “Áreas de ventilación” de S&P con el fin de despejar el CO durante altas concentraciones, con el fin de controlar posibles focos de concentración, así como de retornar las condiciones del aparcamiento a su uso normal.
- Realizar la simulación CFD para el proyecto con la finalidad de visualizar la distribución del flujo inducido por el sistema de extracción de monóxido.
- Se deberá demostrar que la velocidad que se induce al sistema en el punto más lejano del dardo del Jet Fan y en cualquier zona del aparcamiento es mayor a 0.25 m/s (Velocidad requerida por ASHRAE)

Los contenidos de esta propuesta de ventilación de un aparcamiento cubierto deben ser considerados por el ingeniero del cliente para verificar la selección y cumplimiento con las normativas locales en vigor y los requerimientos de diseño.

Toda esta información está sujeta a los términos y condiciones de Soler & Palau y RNE.

2.-DESCRIPCION DEL APARCAMIENTO.**2.1 GENERAL**

El aparcamiento por estudiar servirá al estacionamiento del “MULTIFAMILIAR CLOVIS”.

Este aparcamiento está compuesto de 2 niveles. El cliente ha definido la ubicación y caudal de los puntos de aporte y extracción. Solicitando la simulación para visualizar el comportamiento del sistema de extracción de monóxido, el cual está compuesto por equipos Jet fan.

En la siguiente tabla se muestran las características constructivas de los equipos Jet Fan

Tabla 2.1

CARACTERÍSTICAS
Fuerza de empuje: 44N
Hélice del ventilador balanceada dinámicamente de acuerdo con ISO 1940
Carcasa de acero con un acabado galvanizado en caliente y resistente a la corrosión
Clase de aislamiento F
1 velocidad, 4 polos
Temperatura ambiental máxima +40°C
Monofásico 220V/ 60Hz, IP 44

EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR CLOVIS

En la tabla 2.2 se muestra las dimensiones de los aparcamientos estudiado:

Tabla 2.2

Nivel	Altura del suelo al techo (m)	Superficie neta (m ²) por sótano	Volumen aprox. (neto) (m ³) por sótano
Semisótano	2.65	769.49	2039.15
Sótano 1	2.65	769.49	2039.15

3.- INFORMACION ADICIONAL

Todo ámbito medianamente confinado, dentro del cual se producen emanaciones, gases y residuos que pueden afectar a la salud de los usuarios, debe contar con la ventilación adecuada y necesaria para diluir dichos productos no deseados hasta determinados valores aceptados como admisibles, a fin de mantener las condiciones ambientales aptas para la salud y el confort humano.

Los vehículos producen emanaciones tóxicas, tales como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, humos, hollín, etc., cuya magnitud depende de la cantidad de vehículos que circulan (tránsito) y del desarrollo tecnológico, la antigüedad y el estado de mantenimiento del parque automotor (volumen de emanaciones que libera cada vehículo).

4.- ALCANCE DEL INFORME

El alcance del presente reporte se resume en los siguientes puntos:

- Determinar el comportamiento del flujo de las emisiones de monóxido, inducido por el sistema de extracción.
- Realizar las observaciones y recomendaciones al proyecto en mención.

Esta propuesta se ha realizado en base a los documentos facilitados que se relacionan:

1. *"IIMM_PARQUE CLOVIS_MODIFICACION SOTANOS"*

5.-Generalidades.

Para estacionamientos se utiliza el concepto de empuje estático, el cual está definido en la norma AMCA 250-05 como sigue: "la fricción que se produce en las paredes o techo de un túnel o estacionamiento, combinado con el tráfico, efecto del viento, resulta en un pérdida de carga a través del recinto; esta pérdida de carga corresponde con el incremento de la suma de la presión de los jet fans debido a la transferencia de momento entre el caudal del ventilador y el caudal de aire en el recinto"

Los ventiladores de extracción están diseñados para trabajar teniendo en cuenta el caudal de extracción, la velocidad del aire en las rutas de tránsito (incluyendo rampas) no debería impedir transitar a los ocupantes. Esta velocidad no deberá ser mayor a 5 m/s en ninguna de estas rutas.

EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR CLOVIS

El sistema de ventilación en caso de emergencia debe disponer de un sistema adecuado de suministro eléctrico debiéndose de prever un suministro complementario según las exigencias locales, el modo de operación principal del subsistema de control para la extracción de CO será en forma remota, es decir que desde el Centro de Control ya sea central o del jefe de mantenimiento, donde se seguirá el monitoreo y control del sistema de ventilación.

6.-SISTEMA DE VENTILACION

6.1 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE IMPULSIÓN MEDIANTE JET FANS.

En las tablas se muestra los valores aproximados de caudal de aire necesario para la impulsión mecánica de aire fresco, así como la extracción de aire:

Tabla 6.1

SEMISOTANO	
CÁLCULO POR AREAS DE VENTILACION	
Area del sotano: A_s	789.49 m ²
Altura del sotano: H	2.65 m
Renovaciones hora:	5 ren/h
Longitud media del recorrido: L_m	54 m
Volumen del sotano: V_s	2039.1485 m ³
Caudal: Q	10195.7425 m ³ /hora
Jet Fan	
Caudal del Jet Fan: Q_j	3538.00 m ³ /h
Densidad estandar: ρ	1.2 kg/m ³
Fuerza: F	44.00 N
Velocidad inducida: V_i	0.25 m/s
Superficie de ventilacion normal: Sp_n	1128.21 m ²
Numero de equipos	1
Numero de equipos según proyectista	5

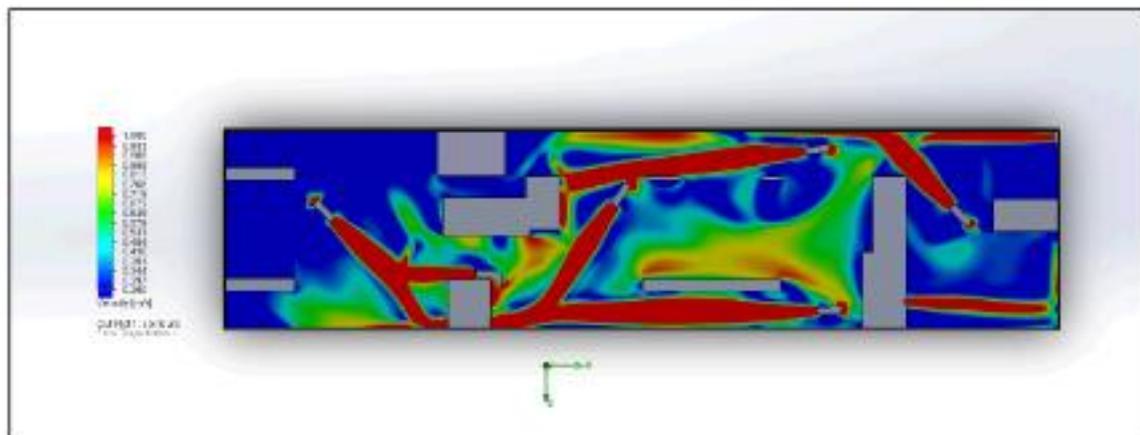
En la tabla 6.1 se muestra los resultados para el número mínimo de equipos Jet Fans necesarios a instalar en el semisótano. (En los cálculos se consideró el Jet Fan)

Tabla 6.2

SOTANO 1	
CÁLCULO POR AREAS DE VENTILACION	
Area del sotano: A_s	789.49 m ²
Altura del sotano: H	2.65 m
Renovaciones hora:	5 ren/h
Longitud media del recorrido: L_m	69 m
Volumen del sotano: V_s	2039.1485 m ³
Caudal: Q	10195.7425 m ³ /hora
Jet Fan	
Caudal del Jet Fan(alta): Q_j	3538.00 m ³ /h
Densidad estandar: ρ	1.2 kg/m ³
Fuerza: F	44.00 N
Velocidad inducida: V_i	0.25 m/s
Superficie de ventilacion normal: Sp_n	1128.21 m ²
Numero de equipos	1
Numero de equipos según proyectista	5

En la tabla 6.2 se muestra los resultados para el número mínimo de equipos Jet Fans necesarios a instalar en el primer sótano. (En los cálculos se consideró el Jet Fan)

EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR CLOVIS



-En el gráfico N°2 se aprecia el Sótano 1, la inyección y extracción se encuentra complementada por 2 equipos jet fan, de la escala de colores se observa velocidades superiores a 0.9 m/s, las zonas oscuras (menores a 0.21 m/s).

9.- CONCLUSION.

- Para la aplicación de monóxido la velocidad mínima por norma es de 0.25 m/s, como se aprecia en la escala de colores el promedio de velocidades está por encima de este valor cumpliendo con las exigencias internacionales.
- Para la simulación se ha considerado la velocidad del aire

4. Protocolo de Pruebas

CARGO

PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE VENTILACION DE SOTANOS - EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO-EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS

CUENTE: RB EDIFICACIONES SAC

DIRECCION: Jr. GENERAL CLOVIS 777-779, URB. EL CARMEN, PUEBLO LIBRE - LIMA

PROYECTO: SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO FECHA: 20-oct-20

1.- EQUIPOS DE EXTRACCION			
EXTRACTOR EC-01			
EQUIPO	Marca: SOLER & PALAU	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Centrifugo <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: 8DB-1500	Ubicación:	SÓTANO
Motor	Potencia: 10HP	Capacidad:	12000 CFM @ 1.5 Inwg
	Tensión Eléctrica: 220 V 3 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
2.- EQUIPOS DE VENTILACION			
INYECTOR ICH-01			
EQUIPO	Marca: SOLER & PALAU	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Helicoentrifugo <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: TD-4000	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 464W	Capacidad:	1500 CFM @ 0.2 Inwg
	Tensión Eléctrica: 220 V 1 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
INYECTOR ICH-02			
EQUIPO	Marca: SOLER & PALAU	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Helicoentrifugo <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: TD-4000	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 464W	Capacidad:	1500 CFM @ 0.2 Inwg
	Tensión Eléctrica: 220 V 1 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
INYECTOR ICH-03			
EQUIPO	Marca: SOLER & PALAU	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Helicoentrifugo <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: TD-4000	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 464W	Capacidad:	1500 CFM @ 0.2 Inwg
	Tensión Eléctrica: 220 V 1 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
SS-F-01			
EQUIPO	Marca: KRAFTMANN	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: ARMO-1315	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 1.1KW	Capacidad:	2940 CFM
	Tensión Eléctrica: 220 V 3 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
SS-F-02			
EQUIPO	Marca: KRAFTMANN	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: ARMO-1315	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 1.1KW	Capacidad:	2940 CFM
	Tensión Eléctrica: 220 V 3 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
SS-F-03			
EQUIPO	Marca: KRAFTMANN	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: ARMO-1315	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 1.1KW	Capacidad:	2940 CFM
	Tensión Eléctrica: 220 V 3 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ
SS-F-04			
EQUIPO	Marca: KRAFTMANN	Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan <input type="checkbox"/> Axial
	Modelo: ARMO-1315	Ubicación:	SEMISÓTANO
Motor	Potencia: 1.1KW	Capacidad:	2940 CFM
	Tensión Eléctrica: 220 V 3 Ph.	AMP s/placa:	
		Frecuencia:	60 HZ

PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE VENTILACION DE SOTANOS - EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO-EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS

51-IF-06										
EQUIPO	Marca:	KRAFTMANN			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SEMISÓTANO				
Motor	Potencia:	1.1KW			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
51-IF-01										
EQUIPO	Marca:	KRAFTMANN			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SÓTANO				
Motor	Potencia:	1.1KW			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
51-IF-02										
EQUIPO	Marca:	KRAFTMANN			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SÓTANO				
Motor	Potencia:	1.1KW			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
51-IF-03										
EQUIPO	Marca:	KRAFTMANN			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SÓTANO				
Motor	Potencia:	1.5HP			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
51-IF-04										
EQUIPO	Marca:	-			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SÓTANO				
Motor	Potencia:	1.1KW			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
51-IF-05										
EQUIPO	Marca:	KRAFTMANN			Tipo:	<input checked="" type="checkbox"/> Jet Fan	<input type="checkbox"/> Axial			
	Modelo:	ARMO-IB15			Ubicación:	SÓTANO				
Motor	Potencia:	1.1KW			Capacidad:	2940 CFM				
	Tensión Eléctrica:	220 V 3 Ph.			AMP s/placa:					
					Frecuencia:	60 HZ				
3. DETECTOR DE MONÓXIDO										
Datos	Marca:	SYSTEM SENSOR								
	Ubicación:	Sótano/Semisótano								
4. PRUEBAS DE LOS EQUIPOS DE EXTRACCIÓN										
Instrumento:	PINZA AMPERIMÉTRICA C150517328									
Marca:	UNI-T	Calibración:	TC-13886-2020							
Modelo:	UT204	Fecha de Calibración:	16/10/2020							
EXTRACTOR EC-01										
MOTOR	TENSION ELECTRICA (V)	L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)	L1	L2	L3		
	NORMAL	220	220	220		PLACA	26.2	26.2		26.2
	LECTURA	224	227	225		LECTURA	19.6	19.5		19.4
5. PRUEBAS DE LOS EQUIPOS DE VENTILACIÓN										
Instrumento:	PINZA AMPERIMÉTRICA C150517328									
Marca:	UNI-T	Calibración:	TC-13886-2020							
Modelo:	UT204	Fecha de Calibración:	16/10/2020							
INYECTOR ICH-01										
MOTOR	TENSION ELECTRICA (V)	L1-L2			CORRIENTE ELECTRICA (A)	L1	L2			
	NORMAL	220				PLACA	2.5	2.5		
	LECTURA	225.7				LECTURA	1.8	1.75		

PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE VENTILACION DE SOTANOS - EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO-EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS

INVECTOR ICH-02									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2			CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	
MOTOR	NORMAL	220			MOTOR	PLACA	2.5	2.5	
	LECTURA	227				LECTURA	1.9	1.85	
INVECTOR ICH-03									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2			CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	
MOTOR	NORMAL	220			MOTOR	PLACA	2.5	2.5	
	LECTURA	225				LECTURA	2.1	2.1	
55-2F-01									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.6	3.9	3.7
55-2F-02									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.65	3.9	3.75
55-2F-03									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.5	3.9	3.9
55-2F-04									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.6	3.9	3.9
55-2F-05									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.7	4.1	3.8
51-2F-01									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.75	4.2	3.84
51-2F-02									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.6	3.8	3.8
51-2F-03									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.63	3.9	3.8
51-2F-04									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.5	3.7	3.9
51-2F-05									
TENSION ELECTRICA (V)		L1-L2	L1-L3	L2-L3	CORRIENTE ELECTRICA (A)		L1	L2	L3
MOTOR	NORMAL	220	220	220	MOTOR	PLACA	4.2	4.2	4.2
	LECTURA	224.1	227	224		LECTURA	3.5	3.7	3.8

PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE VENTILACION DE SOTANOS - EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO-EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS

6.- CONTROL

Arranque manual (Start/Stop):	SI <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Arranque automático - Sensores de Monóxido:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Arranque Automático (ACI):	SI <input type="checkbox"/>	No <input checked="" type="checkbox"/>

7.- NOTA

INGETCSA (Nombres y Firma)

INVERSIONES GENERALES TÉCNICAS S.A.
José Peleu
CALLE MENDOZA 1000
TEC ESTACION 1000

Vº Bº CLIENTE (Firma y Sello)

[Firma]
Rafael Sarmiento Cortés

5. Rol de Mantenimiento Preventivo

ROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO
EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS

	1º Mes	2º Mes	3º Mes	4º Mes	5º Mes	6º Mes	7º Mes	8º Mes	9º Mes	10º Mes	11º Mes	12º Mes
1 EXTRACTORES CENTRIFUGOS												
1.1 Alineamiento de fajas				■				■				■
1.2 Tensión de fajas				■				■				■
1.3 Engrasado de chumaceras				■				■				■
1.4 Alineamiento eje				■				■				■
1.5 Mantenimiento Motor eléctrico				■				■				■
2 VENTILADORES AXIALES												
2.1 Revisiones eléctricas				■				■				■
2.2 Revisiones mecánicas				■				■				■
2.3 Engrasado de motor				■				■				■
2.4 Ajuste de circuitos eléctricos				■				■				■
2.5 Mantenimiento Motor electrico				■				■				■
3 SENSORES DE CO												
3.1 Limpieza				■				■				■
3.2 Ajuste y revisiones contactos				■				■				■
4 TABLERO DE CONTROL												
4.1 Ajuste y revisiones contactos				■				■				■
4.2 Regulación relé térmico				■				■				■
4.3 Mantenimiento de contactores				■				■				■
4.4 Regulación Reloj Horario				■				■				■



Realizar trabajos



No realizar trabajo

NOTA: La **GARANTIA** procede siempre y cuando se realice un programa de mantenimiento preventivo por parte de una empresa especializada

6. Acta de Entrega



EcoTecnica

Inversiones Generales Tecnicas S.A.

Climatización - Ventilación Mecánica

Refrigeración - Proyectos - Asesoría

Mantenimiento y Servicio

Pueblo Libre, noviembre del 2020

ACTA DE ENTREGA

CARGO

Cliente: **RB EDIFICACIONES S.A.C**

Representante del cliente: *Ing. Patricia Contreras*

Por la presente dejamos constancia que a la fecha nuestra empresa ha concluido con los trabajos relacionados a la instalación de **SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LA OBRA "EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARQUE CLOVIS"**

Los trabajos se desarrollaron de acuerdo a los alcances contemplados en nuestro presupuesto N° **00152B-19/WP**, aprobado por ustedes.

Se coordinó con el *Ing. Patricia Contreras*, representante designado por ustedes en el manejo de los equipos, ubicación de llaves térmicas.

Se Indica también que todos los equipos son de propiedad del cliente.

El Sistema instalado consiste en:

ITEM	DESCRIPCIÓN	TIPO	ESPECIFICACIONES	MARCA	CANT.
1	Equipo extractor centrifugo	Centrifugo de doble entrada	12,000 CFM, 1.50" c.a. 10 HP, 220V/60Hz/ 3Ph	SOLER&PALAU	01 Unid.
2	Equipo inyector helicocentrifugo	Helicocentrifugo en línea.	1,500 CFM, 0.20" c.a. 464W, 220V/60Hz/ 1Ph	SOLER&PALAU	03 Unid.
4	Equipo de impulsión JET FAN	Tubo Axial	2,940 CFM, 1.1 KW, 220V/60Hz/3Ph	KRAFTMAN	10 Unid.
5	Sensores de Monóxido		CO1224TR	SYSTEM SENSOR	08 Unid.
6	Tablero de Control	Fuerza para Sistema de Extracción Monóxido de Carbono			01 Unid.



Calle Francisco Pizarro N° 240 Ofc. 201 Bellavista - Callao

Pag. Web: www.ecotecnica.com.pe / Email: ventas@ecotecnica.com.pe

Teléfono: 453-3230 / Cel: 998-235449



EcoTecnica
Inversiones Generales Tecnicas S.A.

Climatización - Ventilación Mecánica
Refrigeración - Proyectos - Asesoría
Mantenimiento y Servicio

Se hace notar que se cumplió a cabalidad con todo lo expuesto en el presupuesto aprobado por ustedes.

Después de instalado los equipos se hicieron las pruebas de funcionamiento en su totalidad, trabajando a plena satisfacción del cliente.

Para cualquier consulta o reclamo de garantía favor comunicarse con las siguientes personas:

Ing. Willy Pachas

Gerente Técnico

Entel: 9982 35449



[Signature]
Pence Sarmiento Toed
13/1/2020



Calle Francisco Pizarro N° 240 Ofc. 201 Bellavista - Callao
Pag. Web: www.ecotecnica.com.pe / Email: ventas@ecotecnica.com.pe

Teléfono: 453-3230 / Cel: 998-235449