



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Diseño y selección de un sistema de ventilación por
impulsión para renovar el aire en los sótanos de
edificios multifamiliares**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Paulo César CASTAGNE PEREYRA

ASESOR

Mg. Adolfo Carlos LOZADA PEDRAZA

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Castagne, P. (2023). *Diseño y selección de un sistema de ventilación por impulsión para renovar el aire en los sótanos de edificios multifamiliares*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Paulo César Castagne Pereyra
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70433794
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-9124-1806
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Adolfo Carlos Lozada Pedraza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09383020
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7013-726X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Miguel Angel Ormeño Valeriano
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06532600
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Eliseo Paez Apolinario
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19948335
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Adolfo Carlos Lozada Pedraza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09383020
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.2.5.1. Energética

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Propia
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Miraflores Latitud: 12°07'19.4" Longitud: 77°01'27.3"
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS

Siendo las 12:00 horas del jueves 17 de agosto de 2023, en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del DR. ING. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO y con la asistencia del asesor MG. ING. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA, y miembro MG. ING. ELISEO PAEZ APOLINARIO se dio inicio a la sesión pública de sustentación de tesis para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la sustentación y aprobación de una tesis del Bachiller:

PAULO CÉSAR CASTAGNE PEREYRA

El Presidente del Jurado en primer lugar dio lectura al documento formal que designa al Jurado y aprueba el acto de sustentación de la tesis, así como del resumen del expediente e invitó al citado Bachiller a realizar la presentación y exposición de su tesis titulada: "DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN POR IMPULSIÓN PARA RENOVAR EL AIRE EN LOS SÓTANOS DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES"

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado, el Presidente del mismo, invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la Sala de Sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la Sala de Sesión, para dar lectura a la calificación obtenida por el Bachiller, la misma que es:

CATORCE 14

El Presidente del Jurado DR. ING. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller PAULO CÉSAR CASTAGNE PEREYRA, Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las horas del mismo día, se levanta la sesión.

DR. ING. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO
PRESIDENTE

MG. ING. ADOLFO CARLOS LOZADA PEDRAZA
ASESOR

MG. ING. ELISEO PAEZ APOLINARIO
MIEMBRO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Douglas Donal Sarango Julca en mi condición de Director, revisor de la tesis final, titulada "DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN POR IMPULSIÓN PARA RENOVAR EL AIRE EN LOS SÓTANOS DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES", presentado por el Bachiller Paulo César Castagne Pereyra, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos para ser publicado en el Repositorio Cybertesis UNMSM.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, evaluación y análisis mediante el software para la detección de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 7% de similitud, nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.

editor/revisor del manuscrito /libro/ informe final de Investigación, titulado



UNMSM

Firmado digitalmente por SARANGO
JULCA Douglas Donal FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12.09.2023 19:47:06 -05:00



Firma del Director/Editor/revisor: _____

DNI: 07136313

Nombres y apellidos del Revisor:
DR. DOUGLAS DONAL SARANGO JULCA

Resumen

La presente investigación desarrolla un estudio respecto a la relación con la sustracción de monóxido de carbono en los sótanos de estacionamiento de un edificio multifamiliar con dos sótanos de estacionamiento subterráneo, con el objetivo de optimizar la calidad del aire.

El continuo aumento de vehículos en nuestro país y el auge de construcciones verticales de edificios multifamiliares, conlleva a tomar con mucha importancia, el sistema de ventilación de los sótanos de estacionamientos, que aseguren mantener una adecuada condición del aire. Por ello, en el presente estudio llevará acabo el diseño del sistema de ventilación mecánica con equipos de jet fan para reducir la concentración de gases tóxicos, como el CO, emitidos por la combustión en los vehículos que ocupan los estacionamientos.

En este diseño se opta por los ventiladores jet fans por ser de instalación sencilla y eficiente, ya que su forma de distribución asegura el movimiento del aire en toda el área de los sótanos. Esta investigación está sujeta a las normas legales sobre edificación.

Palabras clave: monóxido de carbono, edificio multifamiliar, calidad de aire, Jet Fan, estacionamientos.

Abstract

The present investigation develops a study regarding the relationship with the removal of carbon monoxide in the parking basements of a multi-family building with two underground parking basements, with the aim of optimizing air quality.

The continuous increase in vehicles in our country and the rise of vertical constructions of multi-family buildings, leads to taking very importantly the ventilation system of parking basements, which ensures maintaining adequate air condition. For this reason, in the present study, the design of the mechanical ventilation system with jet fan equipment will be carried out to reduce the concentration of toxic gases, such as CO, emitted by the combustion in the vehicles that occupy the parking lots.

In this design, jet fans are chosen because they are easy and efficient to install, since their way of distribution ensures the movement of air throughout the basement area. This investigation is subject to legal regulations on building.

Keywords: carbon monoxide, multi-family building, air quality, Jet Fan, parking lots.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón el presente trabajo de investigación a mis padres Maria y Pershin, por haberme forjado como la persona que soy, por sus constantes motivaciones, por creer en mi capacidad, y por haber estado conmigo todos estos años brindándome su apoyo de manera incondicional para el logro de mis metas profesionales. A mis hermanos y familiares quienes con sus palabras de aliento me animaban a seguir adelante y no decaer, a ser siempre perseverante para cumplir con mis ideales.

¡Muchas gracias!

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi casa de estudio la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por haberme brindado todo el conocimiento que se requiere para poder estudiar y culminar mi carrera eficazmente, así como también a los diversos docentes que me transmitieron sus conocimientos y me dieron el apoyo a lo largo de toda la carrera para seguir adelante.

Quiero agradecer también a mi asesor de tesis el ing. Adolfo Lozada por haber sido mi soporte y por haberme brindado sus conocimientos para desarrollar y culminar la presente tesis de manera exitosa.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Gerente Comercial de la empresa **REFRIMA INGENIEROS SAC** la ing. Sussy Mauricio, por haber impartido sus amplios conocimientos en el tema a tratar.

Finalmente, agradezco a mis compañeros de clases y proyectos que formaron parte de toda mi vida universitaria durante todos estos años, dado que, gracias a su amistad, respeto y apoyo han aportado considerablemente al éxito de mi carrera profesional.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN

1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1.	Determinación del problema	4
1.2.2.	Formulación del problema	5
1.3	OBJETIVOS	5
1.3.1.	Principal	5
1.3.2.	Específicos	5
1.4.	IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1	Justificación Metódica Investigación Científica	6
1.4.2.	Justificación Práctica	6
1.4.3.	Justificación Legal	6
1.5.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5.1	Teórica	7
1.5.2	Temporal	7
1.5.1	Metodológica	7
1.5.3.	De recurso	7

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	MARCO TEÓRICO	8
2.2.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO	
2.2.1.	Antecedentes Nacionales	8
2.2.2.	Antecedentes Internacionales	10
2.3.	BASES TEÓRICAS	11

2.3.1.	Ventilación	11
2.3.2.	Tipos de ventilación	12
2.3.2.1.	General	12
2.3.2.2.	Localizada	12
2.3.2.3.	Natural	12
2.3.2.4.	Forzada	13
2.3.2.4.1.	Por Sobre-Presión	13
2.3.2.4.2.	Por Depresión	14
2.3.2.5.	Por impulsión	15
2.3.2.6.	Con Jet Fans	17
2.3.2.7.	La ventilación forzada debe cumplir lo siguiente.	18
2.3.2.8.	Funcionamiento de los jets fans	20
2.3.2.8.1.	Tipos de ventiladores por impulsión	22
2.3.2.9.	Aplicaciones	24
2.3.2.10.	Instalación de jet fans:	26
2.3.2.10.1.	El diseño de los jet fans	27
2.3.2.10.2.	Coordinación con el resto de instalaciones	27
2.3.2.10.3.	Evitar obstrucciones en la instalación	28
2.3.2.10.4.	Antes de activar el sistema de ventilación	28
2.3.2.11.	Ventilación de estacionamientos subterráneos	29
2.3.2.11.1.	Control de contaminantes y control de Humos	31
2.3.2.11.2.	Descripción del sistema	31
2.3.2.12.	Simulación CFD	33
2.3.2.12.1.	Dinámica de fluidos computacionales	33
2.3.2.12.2.	Como garantizar que la malla es capaz de	

Identificar correctamente la física del modelo	35
2.3.2.12.3. Aplicaciones del CFD en la Ingeniería	36
2.3.2.13. Purificación del aire	38
2.3.2.14. Aire	38
2.3.2.15. Composición del aire	39
2.3.2.16. Monóxido de Carbono en el aire	40
2.3.2.17. Fuentes de monóxido de Carbono	40
2.3.2.18. Efectos para la salud asociados con el CO	41
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	42
2.4.1 Terminología	

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS	46
3.1.1 Hipótesis Principal	46
3.1.2 Hipótesis Específicas	46
3.2. Variables	46
3.2.1. Variable Principal	46
3.2.2 Variable Secundaria	47
3.3. Operacionalización de Variables	47

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO	48
4.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	49
4.2.1. Marco metodológico	49
4.2.2. Tipo de investigación	49

4.2.3.	Diseño de la Investigación	50
4.2.4.	Enfoque de la investigación	50
4.3.	PROCEDIMIENTOS – TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	50
4.3.1.	Extracción de monóxido de carbono – Multifamiliar Diez Canseco II 2	51
4.3.1.1.	Objetivo del estudio	51
4.3.1.1.1.	General	51
4.3.1.2.	Generalidades	54
4.3.1.3.	Sistema de ventilación	54
4.3.1.3.1.	Cálculo y dimensionamiento del sistema de impulsión Mediante jet fans	54
4.3.1.3.2.	Requerimiento de caudal	55
4.3.1.3.3.	Requerimiento de caudal – Cálculo	56
4.3.2.	Proyecto: Multifamiliar Diez Canseco II – Simulación	57
4.3.3	Conclusiones para la simulación	60
4.3.4.	Cálculos para el jet fans	61

V. RESULTADOS

5.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	62
5.1.1.	Cálculos para el sótano 1	62
5.1.2.	Cálculos para el sótano 2	62
5.1.3.	Jet Fan	63
5.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	64

VI. DISCUSIÓN

6.1. Discusión de resultados	68
-------------------------------------	----

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES	69
-------------------	----

7.2. RECOMENDACIONES	71
----------------------	----

BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

REFERENCIAS	72
-------------	----

ANEXOS	77
--------	----

1. Matriz de consistencia	77
---------------------------	----

2. Matriz de operacionalización de variables	77
--	----

3. Ficha técnica jet fan	78
--------------------------	----

INDICE DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	Pág.
2.1	Composición de la atmosfera libre de vapor de Agua	39
4.1	Características de los sótanos	48
4.2	Coordenadas	48
4.3	Características técnicas de los sótanos	50
4.4	Características de los Jet Fan	53
4.5	Dimensiones del aparcamiento	53
4.6	Cálculo por área de ventilación sótano 1	54
4.7	Caudal mínimo a remover sótano 1	55
4.8	Cálculo por área de ventilación sótano 2	56
4.9	Caudal mínimo a extraer sótano 2	57
5.1	Cálculo sótano 1 – según ASHRAE	62
5.2	Cálculo sótano 1 – según RNE	62
5.3	Cálculo sótano 2 – según ASHRAE	63
5.4	Cálculo sótano 2 – según RNE	63
5.5	Resumen de cantidad de equipo	63

INDICE DE FIGURAS

FIG.	DESCRIPCIÓN	PAG.
2.1	Ventilación Natural	12
2.2	Ventilación Forzada	13
2.3	Ventilación por Sobre-Presión	14
2.4	Ventilación por Depresión	14
2.5	Instalación del sistema	17
2.6	Forma de flujo de aire de un jet fan	19
2.7	Inducción del flujo de aire	20
2.8	Ventilación por impulsión	21
2.9	Ejemplos de simulación de CFD	22
2.10	Ventiladores axiales	23
2.11	Ventiladores centrífugos	23
2.12	Jet Fan	27
2.13	Malas prácticas de instalación de jet fan	28
2.14	Ejemplos de instalaciones bien realizadas	29
2.15	Conjunto de volúmenes de control	35
2.16	Ejemplo de malla generada para análisis CFD	36
2.17	Composición del aire	39
4.1	Ubicación del edificio multifamiliar Diez Canseco	49
4.2	Posición de jet fan en sótano 1	57
4.3	Posición de los jet fan en sótano 2	58
4.4	Vista superior sótano 1	58
4.5	Vista superior sótano 2	59

4.6	Vista isométrica sótano 1	59
4.7	Vista isométrica sótano	60
5.1	Sótano 1	66
5.2	Sótano 2	67

“DISEÑO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN POR IMPULSIÓN PARA RENOVAR EL AIRE EN LOS SOTANOS DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES”

I. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, a pesar de la pandemia del Covid 19, se ha acrecentado la necesidad de buscar una casa propia, existiendo una demanda insatisfecha de vivienda de dos millones en el Perú y de cerca de un millón en la ciudad de Lima, según datos de la Asociación de Empresas Inmobiliarias en el Perú (ASEI).

A la par con el gran crecimiento urbanístico residencial, que se está dando, tanto en el Perú como en todo el mundo, y con la asimilación de nuevas técnicas de arquitectura y tecnologías para el equipamiento, se están construyendo edificios cada vez más altos, más completos, para la construcción de los cuales se han establecidos e implementado nuevos reglamentos y normas de construcción arquitectónica, los mismos que deben considerar el impacto ambiental ocasionado por la presencia de estos edificio, así como por el confort que deben ofrecer a sus habitantes.

Uno de los principales requerimientos planteados para estos edificios es que deben contar con estacionamientos para los vehículos de los residentes, que ha llevado a incluir en su diseño sótanos de estacionamiento. En este contexto, se han establecido nuevas normas relacionadas con la ventilación de los sótanos en los edificios, que establecen reglas con el propósito de regular y controlar primordialmente la contaminación del aire con el monóxido de carbono producido por la combustión de combustible de los vehículos motorizados que se estacionan en dichos sótanos.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para César Augusto Bernal (2006, p.84) señaló que plantear la realidad problemática en una investigación significa que se debe representar un concepto general del escenario objeto de investigación, afirmando y estructurando explícitamente la idea de investigación.

En este contexto, actualmente en la mayoría de ciudades, con el incremento de las construcciones de edificios residenciales, los requerimientos de estacionamientos están aumentando ya que permiten los residentes exigen espacios adecuados para resguardar sus vehículos en lugares cerrados, eliminando así la posibilidad de sufrir choques o robos.

Ante la falta de espacios públicos para ser utilizados como estacionamientos, y siendo un problema que debe considerarse en la etapa de diseño del edificio residencial, se ha optado como solución destinar exclusivamente las áreas de los sótanos para este fin. Generalmente en el Perú, los edificios residenciales se diseñan para contar con estacionamientos que son solo de uso exclusivo para el dueño que adquiere el departamento, que también pueden arrendarse a terceros.

Dado que los estacionamientos se diseñan para contener un determinado número de vehículos automotrices y que el tránsito de estos vehículos a través de estas áreas de estacionamiento genera diversos tipos de gases tóxicos, a causa de la emisión de contaminantes a causa de la combustión insuficiente de hidrocarburos, entre otros el gas carbonoso o más conocido como bióxido de carbono (CO), es el contaminante altamente peligroso que es emitido mayormente por un vehículo automotor, además de otros compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono y dióxidos de azufre.

Asimismo, en las zonas de estacionamiento suelen presentarse elevadas concentraciones de dichos contaminantes, en las cuales, nace la necesidad de implementar sistemas de evacuación de estos gases de estos espacios, eliminando el riesgo al que se encuentran expuestas las personas que transitan por estos lugares.

Al mismo tiempo, la ventilación de estos aparcamientos es fundamental no solo para eliminar todos los contaminantes de la atmósfera que son nocivos aquellas personas que se encuentran internamente, sino también para proporcionar a los transeúntes o automovilistas el aire fresco necesario.

Los sistemas de ventilación se encargan de inyectar aire externo hacia el interior del estacionamiento, mientras que el aire viciado es expulsado. Este tipo de ventilación toma el volumen del recinto y lo multiplica por el número de cambios de aire por hora para determinar el caudal final y el flujo de suministro.

El desarrollo de la presente investigación está orientada a solucionar este tema de contaminación proponiendo un sistema de ventilación por inyección, Jets Fans.

En el interior del aparcamiento, los ventiladores de chorro mueven el aire hasta el punto final de extracción para garantizar una buena ventilación en todas las áreas. La función de estos ventiladores es repartir y examinar el aire ambiente total del recinto (Soler & Palau). El principio de ventilación de los aparcamientos se basa en la cantidad de aire que puede producir el jet fan y su tamaño, ya que de él depende el volumen de aire, el nivel sonoro y el consumo energético.

Debemos también tener en cuenta la purificación del aire contando con los filtros de aire necesarios en el sistema.

La forma más efectiva de limpiar el aire es con un sistema de ventilación de dos flujos, que impulsa el aire desde el exterior y controla siempre la cantidad de aire que ingresa a la habitación. De esta forma, es poco probable que el aire de admisión

contenga impurezas. En estos casos, se colocan filtros de purificación de aire en los conductos por los que se sopla el aire. Esta es sin duda la mejor manera de limpiar el aire.

1.2.1. *Determinación del problema*

La presente investigación se realizará en los sótanos del edificio multifamiliar Diez Canseco II, ubicado en la Av. Diez Canseco 655 Miraflores, Lima, Perú. donde se ha construido un edificio multifamiliar con dos sótanos de estacionamiento que requiere de la renovación del aire contaminado con el monóxido de carbono proveniente de la combustión de los vehículos que se estacionan.

Esta renovación se realizará con la instalación de un sistema de ventilación por impulsión (Jets Fans), que reducirá los niveles de contaminación por monóxido de carbono a límites estándares establecidos por los organismos pertinentes.

Para la realización de este proyecto, se determinarán las condiciones de dimensionamiento, para el funcionamiento de un sistema de ventilación mecánica en este edificio multifamiliar, y que abarcan temas de extracción de gases contaminantes con la respectiva renovación del aire.

El presente proyecto tiene como componente investigativa la introducción de equipamientos modernos evaluando la opción del uso de jets fans, frente a la solución convencional que data de muchos años atrás y que consiste en un sistema que emplea un ventilador y entrega de aire por ductería, que es lo que dominan muchos ingenieros revisores de las distintas municipalidades de los distritos de Lima Metropolitana. El empleo de jets fans, por ser solo equipos de impulsión, causan un poco de desconfianza en los revisores, pues estos equipos deben estar ubicados de forma correcta y a una distancia apropiada entre ellos, dependiendo de su fuerza de empuje. Por lo tanto, la investigación planteada es aplicativa y comparativa.

Además, con el método antiguo se corre el riesgo que el monóxido de carbono no sea evacuado correctamente dentro del espacio confinado que es el sótano, también hará encender el sistema de extracción más veces de lo normal, elevando el consumo eléctrico.

1.2.2. Formulación del problema

Para el proceso de la formulación del problema se realizará con la siguiente interrogante:

¿Cómo el proyecto de un sistema de ventilación jets fans, logrará la renovación del aire en los sótanos de edificios multifamiliares?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Principal

El objetivo principal de la investigación será diseñar un sistema de ventilación por impulsión (jets fans) para lograr la renovación del aire en los sótanos del edificio multifamiliar.

1.3.2. Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos se pueden citar los siguientes:

- Estimación de gases contaminantes y demanda de aire de renovación
- Cálculo hidráulico y aerodinámico de la evacuación de gases contaminantes, así como de la transformación de aire fresco.
- Renovación del aire en los sótanos.
- Comparación de alternativas utilizando los sistemas convencionales frente al uso del sistema de ventilación por impulsión, usando jet fans.
- Dimensionamiento del sistema de ventilación
- Alternativas de ubicación de los jets fans
- Análisis dinámico de fluidos computacional (CFD)

1.4. IMPORTANCIA Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Justificación Metódica Investigación científica.

El proyecto se lleva a cabo cuando se propone una nueva metodología para producir una nueva estrategia, con la finalidad de generar conocimiento válido y fiable (Bernal, C. 2006, p.103). En la presente investigación se está proponiendo el uso del método de ventilación por impulsión (jets fans), en reemplazo del método clásico de ducterías.

1.4.2. Justificación Práctica.

Mediante este punto permite resolver un problema o, como mínimo, plantear estrategias que al poner en practica facilitaran a resolverlo- (Bernal, C. (2006, p.103). Con el método jets fans se obtendrá una mejor renovación del aire, extracción del monóxido de carbono y mejorar el gasto en consumo de energía eléctrica.

1.4.3. Justificación Legal.

Si el estudiante demuestra que su trabajo de tesis cumple con las leyes en los medios, esta puede ser una ley general, así como directivas específicas del organismo que establece estas pautas.

Este proyecto se realizará sujetándose a las normas legales establecidas en criterios de construcción, contaminación y ventilación en edificaciones, tales como:

- . NORMA A.010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO
- . Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE
- . NORMA AMBIENTAL DE CALIDAD DEL AIRE NA-AI-00 1 -03
- . Modifican la Norma Técnica EM.030
- . RESOLUCION MINISTERIAL N° 232-2020-VIVIENDA.
- ASHRAE
- NFPA

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Limitación teórica

El presente proyecto se limita solo al estudio y a la aplicación de los datos teóricos basados en los datos de construcción.

1.5.2. Limitación temporal

El proyecto se limita solo a los sótanos de la multifamiliar Diez Canseco II En el tiempo que se realiza el mismo.

1.5.3. Limitación metodológica

El proyecto se limita a una investigación de diseño no experimental, enfoque cuantitativo, ya que se utilizarán ecuaciones y fórmulas que requiera la sustentación de los cálculos matemáticos para obtener los resultados de diseño deseados.

1.5.4. Limitación de recurso

El proyecto se limita solo a la investigación, La investigación se limita a solo realizar el diseño del sistema de ventilación para renovar el aire del sótano especialmente para disminuir la contaminación con monóxido de carbono, no se tocará la parte de aire acondicionado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

En la presente sección se expone la compilación de investigaciones, teorías y conceptos necesarios para realizar un trabajo de investigación. Dentro del contenido se encuentra los antecedentes, las bases teóricas y los conceptos que son esenciales para el desarrollo de la tesis. De igual manera, se evidencian las fuentes tanto primarias como secundarias en las cuales se sustentará el diseño y desarrollo de la tesis.

2.2. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.2.1. *Antecedentes Nacionales*

Para Remón M. (2016) un método de extracción de gas carbonoso para aparcamientos en los sótanos del despacho corporativo Panorama. Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Repositorio: UNMSM-Tesis.

<https://hdl.handle.net/20.500.12672/5305>

Desarrolló su tesis basado en el diseño de un sistema de extracción mecánica para estacionamientos subterráneos, compuesto de 9 sótanos del edificio de oficinas corporativas Panorama Plaza.

Salazar E. (2018). Diseño de “Un sistema de Ventilación con identificación de Monóxido de Carbono (Co)” para Sótanos de Estacionamiento de un Edificio Multifamiliar. Tesis de Grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Repositorio: UNPRG-Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2243>.

Realizó su tesis profesional sobre el diseño de un sistema de ventilación mecánica para un estacionamiento subterráneo que consta de tres niveles y que pertenecen a un edificio multifamiliar, siendo el objetivo del sistema el mantener la concentración de monóxido de carbono en el ambiente subterráneo por debajo de 25 ppm.

Capcha Y. (2019), Diseño del sistema de extracción de monóxido de carbono para la mejoría de la ventilación de las bodegas de aparcamientos del Centro Comercial La Rambla San Borja.

En su trabajo afirma que en el Perú se ha hecho dispensable construir nuevos estacionamientos con el máximo espacio disponible debido al constante incremento en el número de vehículos. La solución utilizada fue la construcción de edificios de estacionamiento y edificios con sótanos de estacionamiento. El uso del sistema de extracción de gases de escape del estacionamiento garantiza que no se acumulen gases de escape en el estacionamiento, lo que reduce al mínimo la cantidad de emisiones de los automóviles y, por lo tanto, evita el riesgo de intoxicación o incluso la muerte de los peatones.

Marcial Y. (2019). Diseño de un sistema de ventilación mecánica con la finalidad de afianzar la densidad admisible de óxido de carbono en el aparcamiento subterráneo del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloría General de la República. Tesis de grado. Universidad Tecnológica del Perú.

Repositorio: UTP-Institucional. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2110>.

Escribió su tesis sobre el proyecto de ventilación mecánica para los aparcamientos subterráneos en los 4 sótanos del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloría General de la República del Perú, procediendo a realizar los cálculos necesarios para la aireación de solo un sótano, replicando los efectos a los otros 3 niveles subalternos del parqueo, por ser idénticos los 4 sótanos del edificio en mención.

Quispe C. (2017). Proyecto de un sistema de extracción de monóxido de carbono para sótanos de estacionamiento del Centro Comercial Galaxy Plaza. Tesis de

Grado. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Repositorio: UNTELS-Institucional. <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/366>

Desarrolló un estudio de extracción de monóxido de carbono de los sótanos de estacionamiento para eliminar los gases de escape de los vehículos, evitando alcancen concentraciones de monóxido de carbono (CO) sobre el rango permitido.

Venegas N. (2018). Diseño de sistema de ventilación por impulsión para estacionamiento con equipos Jet Fan. Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/8693>

Describió en su tesis un sistema de ventilación por impulsión mediante la utilización de ventiladores tipo Jet fan para estacionamientos subterráneos de un hotel, que consta de 4 sótanos.

2.2.2. Antecedentes Internacionales

López C. (2019).: Instalaciones de ventilación y climatización de un edificio residencial. tesis de grado. universidad politécnica de Madrid escuela técnica superior de ingenieros industriales

Elaboró un informe a causa de las prácticas extracurriculares cursadas, por intermedio del COIE, en una organización de ingeniería de instalaciones, y amparado por el docente del departamento de ingeniería mecánica Ignacio del Rey Llorente, diseñando la infraestructura de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, Heating, Ventilating and Air Conditioned) de un inmueble residencial de una reciente construcción.

Álvarez I. (2019). Influencia del parque vehicular en los requisitos de ventilación de túneles. tesis de grado. universidad de Cantabria escuela politécnica de ingeniería de minas

Elaboró su tesis en sistemas de ventilación de túneles, señalando que un túnel es la solución para comunicar dos espacios, normalmente separados por un curso de agua, un macizo montañoso u otro obstáculo similar, abriendo un paso de forma artificial. Los más habituales son aquellos túneles destinados al paso de medios de transporte, vehículos, líneas de ferrocarril o metros; abastecimiento de agua o saneamiento. La construcción de túneles nunca ha sido un trabajo seguro ni fácil, siendo importante el sistema de ventilación, que generará una atmósfera respirable, siendo necesario aportar una cantidad suficiente de aire. De esta forma, los gases procedentes de las emisiones de los vehículos que circulan a través del túnel, serán disipados manteniendo concentraciones por debajo de los límites establecidos y que no supongan un riesgo para la salud. En la actualidad se planifica dos tipos de ventilaciones, una para mantener el aire del frente limpio durante la construcción del túnel y otra definitiva para mantener una atmósfera respirable durante el servicio, siendo que el trabajo se centra en la ventilación de servicio o explotación.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Ventilación

La ventilación es la renovación del aire en un edificio mediante la extracción o la introducción de aire. El propósito de la ventilación es:

- Garantizar la calidad del aire interior.
- Garantizar la salud del aire, incluido el control de la humedad, la focalización de gases o las partículas en suspensión.
- Cooperación en regulación térmica de edificios.
- En caso de incendio, apagar el humo.
- Reducir la concentración de gases o partículas a un nivel adecuado para la operatividad de la máquina o equipo.
- Proteja áreas específicas de patógenos transportados por el aire.

2.3.2. Tipos de ventilación.

Se distinguen de dos formas de Ventilación:

2.3.2.1. Ventilación General

La ventilación general, o también conocida como dilución o transformación ambiental es la que se lleva a cabo en un recinto, revitalizando todo el volumen de aire del mismo con otro de procedencia exterior.

2.3.2.2. Ventilación Localizada

Está diseñado para captar el aire contaminado del lugar donde se produce, evitando que se propague por la estancia. Las variables que se deben considerar son la cantidad de contaminación producida, la tasa de recolección, los puertos de recolección o extractores y las tuberías que llevan el aire contaminado a los elementos de tratamiento o salida (Soler & Palau, 2018).

2.3.2.3. Ventilación Natural

La ventilación natural contribuye a las condiciones (con diferencias de presión y/o temperatura, creando flujo de aire, restaurando así el aire interno con aire externo, más frío, oxígeno y descontaminación. Por lo tanto, esta es una estrategia de enfriamiento pasiva que promueve el flujo de aire para lograr la renovación del aire interior.

(<https://remicaserviciosenergeticos.es/>)

Figura 2.1

Ventilación Natural



Fuente: remicaserviciosenergeticos.es

2.3.2.4. Ventilación forzada

La ventilación forzada o también llamada ventilación mecánica es el procedimiento de suministro o extracción de aire de una habitación mediante dispositivos mecánicos (ventiladores) para monitorear los niveles de calor, desterrar los gases contaminantes, disolver moléculas y polvo de procedimientos industriales y proporcionar el aire vital al recinto. empleados o residentes. La ventilación coaccionada se utiliza cuando la ventilación natural es escasa o no puede sostener la habitación dada en circunstancias confortables.

(FISSION ENGINEERING. RIF: J-40104364-0).

Figura 2.2

Ventilación forzada



Fuente: FISSION ENGINEERING. RIF: J-40104364-0

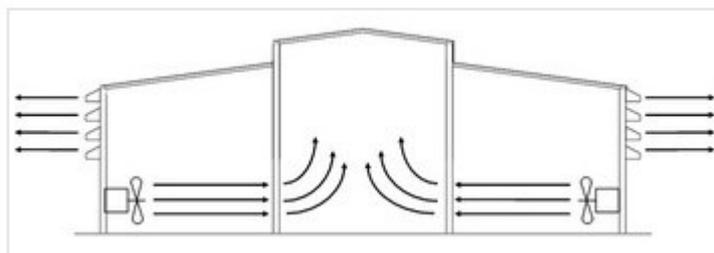
2.3.2.4.1. Ventilación por Sobre-Presión

La ventilación por Sobre-Presión es básicamente proveer aire a un lugar determinado incrementando la presión interna en relación con la presión atmosférica.

Normalmente, cuando una cámara requiere sobre presurización, se introduce una determinada cantidad de aire y se calcula el volumen presurizado para producir menos aire inyectado para poder mantener la condición de sobrepresión interna. Un diagrama esquemático se muestra en la Figura 3.

Figura 2.3

Ventilación por Sobre-Presión



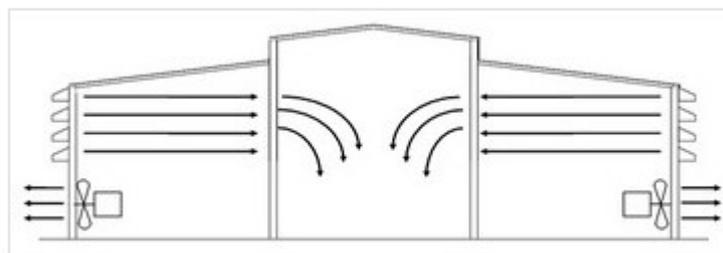
Fuente: FISSION ENGINEERING. RIF: J-40104364-0

2.3.2.4.2. Ventilación por Depresión

De esta manera, se coloca un extractor en la casa, que saca el aire del interior, lo que hace que la presión en el interior baje con respecto a la presión atmosférica. De esta forma, debido a la diferencia de presión, el aire entra por las distintas aberturas previstas para ello, consiguiendo el mismo resultado que una ventilación con presión positiva. Un diagrama esquemático se muestra en la Figura 4.

Figura 2.4

Ventilación por Depresión



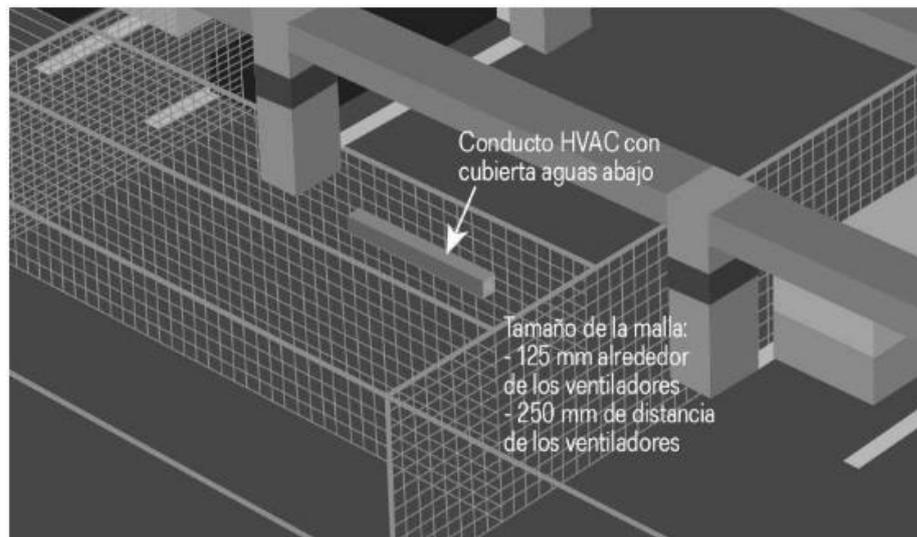
Fuente: FISSION ENGINEERING. RIF: J-40104364-0

2.3.2.5. Ventilación por impulsión

Actualmente, al utilizar los métodos o sistemas de ventilación drive (jet fans) se está transformando en un referente mundial para la ventilación de estacionamientos. Los aparcamientos subterráneos necesitan sistemas de ventilación para disminuir los grandes grados de contaminación de los gases contaminantes que emanan los vehículos y ayudar a los bomberos a dispersar el humo en caso de incendio.

Existen tres técnicas principales:

1. Ventilación de contaminantes: Elimina los contaminantes altamente concentrados que emiten los vehículos estacionados, generalmente activados por un sistema de detección de monóxido de carbono (CO).
2. Control de humo: incluida la provisión a la unidad de emergencia de una zona despejada de humo cerca del lugar del incendio. Encuentra la fuente del fuego en un lugar determinado en el estacionamiento. Dispersa el humo y el calor del área del fuego a puntos de recolección específicos. Cree una línea de visión libre de humo o despejada para que el personal de emergencia pueda ver y extinguir incendios en los estacionamientos.
3. Evacuación de humo: asiste a los socorristas durante y después de un incendio al dispersar el humo de los estacionamientos. Una vez que el fuego se apaga, el humo desaparece rápidamente. Asimismo, la ventilación reduce la concentración del humo y la temperatura a lo largo de un incendio. El sistema no está diseñado para mantener ninguna parte del aparcamiento libre de humo, sino para restringir su espesor y temperatura, en cualquier caso, o para ayudar a los ocupantes del sitio ayudándolos a identificar los escapes de emergencia.

Figura 2,5**Instalación del sistema**

Fuente: By Revista Cero GradosFeb 12, 2020

2.3.2.6. Ventilación con Jet Fans

La aireación de espacios cerrados como aparcamientos es esencial para desterrar de la atmósfera cualquier contaminante que sea dañino para las personas en el espacio cerrado y para proporcionar a los transeúntes o automovilistas el aire fresco que necesitan. En el interior del aparcamiento, los ventiladores de chorro mueven el aire hasta el punto final de erradicación para garantizar una buena ventilación en todas las áreas. La función de estos ventiladores es distribuir y controlar el aire ambiente por toda la estancia. (Soler & Palau.)

El monóxido de carbono (CO) es el contaminante altamente peligroso que es expulsado por los automóviles y tiene un tiempo de residencia de menos de una hora. El concentrado recomendado de monóxido de carbono puede llegar a 125 ppm, pero el nivel más alto permisible es de 50 ppm (57 mg/m³) durante una estancia equivalente a una jornada laboral de ocho horas, por lo que existen tres sistemas para una adecuada ventilación del estacionamiento. (Soler & Palau.)

Ventilación por inyección.

Su primordial beneficio es que el suministro de aire es del exterior, pero publicaciones como NBI - CPI 96, ANSI/ASHRAE Standard 62 y NFPA Standard 88 exigen la remoción de humos en el caso que se suscite un incendio, lo que excluye este método. (Soler & Palau.)

Ventilación por extracción.

Tiene la ventaja de poder canalizar el vertido a través de tuberías a lugares adecuados de acuerdo con la normativa vigente. El diseño incluye algunos criterios no vinculantes y muy útiles, como rejillas de extracción cada 100 m² y con una separación máxima de 10 m. Para evitar turbulencias en la tubería, la velocidad no debe ser superior a 10 m/s. Por tanto, el nivel sonoro también estará en un nivel aceptable, midiendo 68 dB(A) a una altura de 1,5 m. de una fuente fija. (Soler & Palau.)

Sistema Mixto (impulsión y extracción).

De esta forma se consigue una óptima distribución del aire en el parking, llegando a casi todos los rincones. El sistema de propulsión suministrará aire fresco desde el exterior, por lo que se utilizarán ventiladores convencionales, en tanto que el sistema de extracción es capaz de eliminar humo en caso de incendio y puede soportar temperaturas de 400°C durante 90 minutos. (Soler & Palau.)

2.3.2.7. La ventilación forzada debe cumplir lo siguiente:

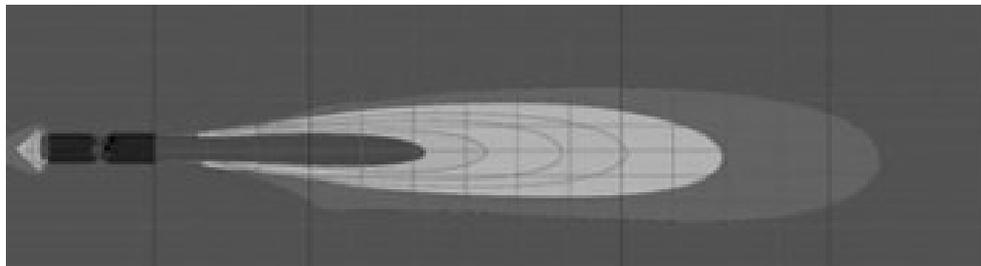
- Capacidad de realizar seis actualizaciones por hora activadas por un detector automático.
- Los interruptores individuales en cada piso permiten activar los ventiladores.
- Afianzar la funcionalidad de todos sus elementos a lo largo de 90 minutos, a una temperatura de 400°C.

- Opera directamente desde el panel principal.
- La ventilación natural y forzada, ningún punto debe estar a más de 25 m de las aberturas o puntos de salida de humos.
- Las tomas de aire exterior deben estar libres de tierra de jardín, separadas de letreros luminosos, alejadas de filtraciones de aire y en ningún caso deben estar en el suelo ya que pueden obstruirse con objetos o suciedad.
- Si la tubería se abre en una entrada común, la salida debe estar al menos a 2,5 m sobre el suelo o 1 m por encima de la altura máxima de los edificios adyacentes y siempre debe estar a más de 10 m de cualquier edificio. apertura.

El principio de ventilación de los aparcamientos se basa en la cantidad de aire que puede producir el jet fan y su tamaño, ya que de él depende el volumen de aire, el nivel sonoro y el consumo energético.

Figura 2.6

Forma de flujo de aire de un jet fan



Fuente: (Soler & Palau.)

La función de un ventilador de chorro es hacer que el aire fluya a través y alrededor del ventilador

Figura 2.7

Inducción del flujo de aire

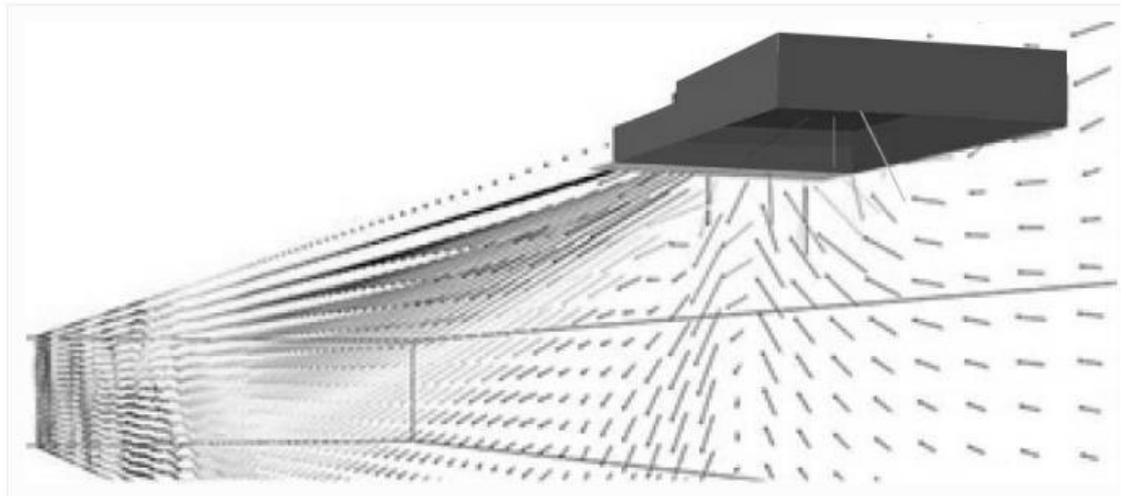


Fuente: (Soler & Palau.)

El diseñador del sistema debe colocar los ventiladores a chorro en el estacionamiento. El análisis y simulación mediante CFD (Computational Fluid Dynamics) es una herramienta muy útil. Es una herramienta informática especial para la simulación numérica del comportamiento de sistemas de flujo de fluidos, transferencia de calor, reacciones químicas y otros fenómenos físicos relacionados. Las ecuaciones de flujo de fluidos se pueden resolver en una región o dominio de interés con condiciones especiales en el límite del dominio, estas ecuaciones se denominan Navier-Stock. (Soler & Palau.)

2.3.2.8. Funcionamiento de los jets fans

El flujo de aire generado por los ventiladores pulsantes crea problemas de inducción en el aire que los rodea y crea un efecto de atrapamiento y arrastre de partículas y contaminantes (Figura 6).

Figura 2.8***Ventilación por impulsión***

Fuente: By Revista Cero GradosFeb 12, 2020

Del mismo modo, teniendo en cuenta la forma de estas corrientes de aire, se encuentra otro fenómeno fundamental, la disolución de contaminantes, lo que reduce la posibilidad de formación de picos de concentración.

Los fenómenos de inducción son importantes para comprender la mezcla y dilución de contaminantes, como el flujo de barrido en los estacionamientos. Este fenómeno incrementa el flujo de aire a un valor de 1 a 2 veces el flujo nominal del ventilador, que es el valor más beneficioso en función de las condiciones de instalación, ubicación, temperatura del aire y diseño (puede cambiar de un productor a otro).

La investigación de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) es necesario para las estimaciones y el esquema de la instalación para seleccionar correctamente ventiladores para estacionamientos de acuerdo con la normativa vigente.

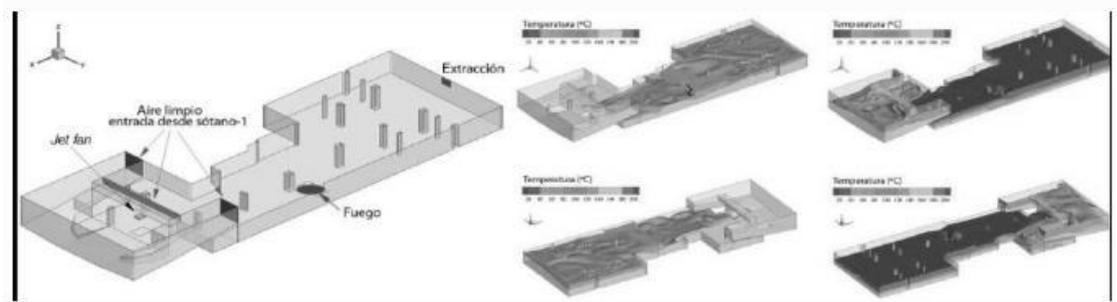
Los siguientes supuestos deben ser considerados en este análisis:

Bajo Nivel de Ventilación de Contaminación (VPN) en todo el aparcamiento gracias al sistema de detección de CO. Modo de emergencia (EM) para la dispersión de humo durante los viajes a excesiva celeridad activado por un sistema de detección de

incendios. Al examinar estas dos suposiciones en CFD, podemos comprender los requisitos de ubicación y flujo de los distintos equipos para mantener toda la superficie del estacionamiento libre de zonas de humo.

Figura 2.9

Ejemplo de simulación de CFD



Fuente: By Revista Cero Grados Feb 12, 2020

2.3.2.8.1. Tipos de ventiladores por impulsión Axiales.

Este tipo de equipos cuenta con un ventilador axial y dos silenciadores. Disponen de redes de protección en la entrada y deflectores en la entrada. Las bañeras desvían el aire del techo u otras obstrucciones, como vigas o conductos, dirigiendo todo el aire hacia el área inmediata. Temperatura máxima de funcionamiento continuo: 60° C

Figura 2.10

Ventiladores axiales



Fuente: By Revista Cero GradosFeb 12, 2020

2. Ventiladores centrífugos.

Ventiladores centrífugos potentes y de bajo perfil para usar en áreas peligrosas y para mover grandes volúmenes de aire en estacionamientos. Temperatura máxima de trabajo: 40 °C.

Figura 2.11

Ventilador centrífugo



Fuente: By Revista Cero GradosFeb 12, 2020

2.3.2.9. Aplicaciones

Diseñado para estacionamientos y grandes espacios donde se requiere una eliminación efectiva del humo del aire contaminado o incendios ocasionales. El diseño mejorado reduce la altura de la subida y asegura un funcionamiento silencioso. Ventajas de utilizar este tipo de ventilación en el parking:

- Detectar, monitorizar y controlar las emisiones mínimas de contaminantes y humos en caso de incendio.
- Instalación rápida y fácil con costos mínimos de excavación para proporcionar mucho espacio libre para otros edificios o equipos.
- Flexibilidad en el desarrollo y oferta del sistema.
- Mejora la seguridad al no obstruir la visibilidad de los equipos de CCTV o de los sistemas activos de extinción de incendios en el aparcamiento.
- El sistema de ventilación consume menos, funciona con menos pérdida de presión y tiene menos arranques y paradas que los sistemas convencionales.
- Bajos requisitos de mantenimiento y limpieza.
- Ruido de operación y consumo de energía bajos con capacidad de control de escena.
- Es importante señalar que este tipo de sistema puede soportar o no temperaturas de 300 a 400 °C hasta por 2 horas.

Beneficios del uso de ventiladores jet fans

- La presión estática, el consumo de energía (kW), el nivel de presión sonora [dB(A)] y, por supuesto, los costos de los ventiladores se reducen significativamente debido a la ausencia de conductos.
- Elimina los costos de daños a la tubería, mantenimiento y bloqueo de otros servicios en la red de tuberías.

- Mayor plazas de aparcamiento.
- Mejorar la visibilidad y apariencia del estacionamiento.
- Reducir la altura de los edificios y así ahorrar costes de construcción.

Los sistemas de ventilación por conductos o jet fans son similares en que ambos requieren un escape principal: inyección de aire para ventilación o recuperación de aire, según la normativa vigente en cada país. En ambos casos, el aire estará en la misma zona que la rampa de entrada. La verdadera diferencia entre un sistema y otro es la gestión del aire. Los ventiladores a chorro distribuyen el aire de manera uniforme en todos los espacios de estacionamiento, proporcionando una ventilación más eficiente, reduciendo las áreas de estancamiento de aire y eliminando todas las emisiones y el humo del vehículo en caso de incendio. (Soler & Palau.)

Ventilación de un estacionamiento cerrado

La ventilación de espacios cerrados, como estacionamientos, es esencial para la eliminación de la atmósfera cualquier contaminante que sea dañino para las personas en el espacio cerrado y para proporcionar a los transeúntes o automovilistas el aire fresco que necesitan.

El caudal transferible se puede calcular en función de diferentes parámetros: la regeneración del aire, la cantidad de aire necesaria para diluir los contaminantes o la cantidad de aire por persona en el aparcamiento. Los estándares utilizados dependen de los reglamentos y normas adoptados, así como de los contaminantes presentes.

Los sistemas de escape convencionales y, a veces, de inyección funcionan con una disposición de canal y rejilla, aunque su ubicación no es óptima para una ventilación efectiva.

El sistema propuesto se basa en colocar pequeños ventiladores en la parte superior de la vivienda para asegurar el control y distribución de la ventilación en la

estructura. El equipo aspira el aire y lo dirige secuencialmente, lo que permite una cobertura totalmente uniforme de la altura del espacio y una ventilación más eficiente, ya que la misma cantidad de aire atrae y captura los contaminantes en cada paso. El resultado final es similar al logrado con conductos de aire mecánicos que mueven el aire de un lugar a otro hasta que se bombea. (Soler & Palau.)

2.3.2.10. Instalación de jet fans: guía de buenas prácticas

Los sistemas de ventilación por impulso o ventiladores a chorro se utilizan cada vez más para la ventilación de estacionamientos. La instalación de ventiladores a chorro es ampliamente reconocida como una alternativa a los métodos tradicionales. de impulsión y extracción de aire en aparcamientos. (S&P EL NOV 26, 2018)

Figura 2.12

Jet Fans



Fuente : [S&P](#) EL NOV 26, 2018

2.3.2.10.1. El diseño de los jet fans

El rendimiento óptimo de los sistemas de ventilación que utilizan ventiladores de chorro requiere un buen diseño. Hay que tener en cuenta la geometría del aparcamiento, la ubicación de los puntos de entrega y recogida, las restricciones de altura, etc. Sin embargo, el diseño sigue siendo una representación en papel del sistema de ventilación. ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

Cuando se lleva a cabo el proceso de instalación, se deben realizar una serie de inspecciones in situ para asegurar que las propuestas reflejadas en el plano se corresponden con la realidad. Así sabemos si la instalación de la máquina es suficiente.

2.3.2.10.2. Coordinación con el resto de instalaciones

No todas las partes que intervienen en el diseño disponen de toda la información relativa a la instalación programada (accesorios, balizamiento, tuberías...) o posibles pendientes o vigas. Por ello, es necesario comprobar posteriormente que no existen obstáculos u obstáculos para el correcto desarrollo del jet fan. De esta forma, coordinaremos su ubicación con otros equipos para una ventilación efectiva. ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

2.3.2.10.3. Evitar obstrucciones en la instalación

Hay varias estrategias para disminuir el impacto de estas barreras. Un ejemplo es el movimiento de un ventilador de techo mediante una varilla o estructura diseñada para tal fin. Otra alternativa es ir directamente al modelo de jet fan más conveniente, considerando posibles obstáculos de aparcamiento. en ambos casos, debe conocer la mayor cantidad de información posible para evitar una situación como la que se muestra en la imagen a continuación. ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

Figura 2.13

malas prácticas de instalación de jet fans



Fuente : ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

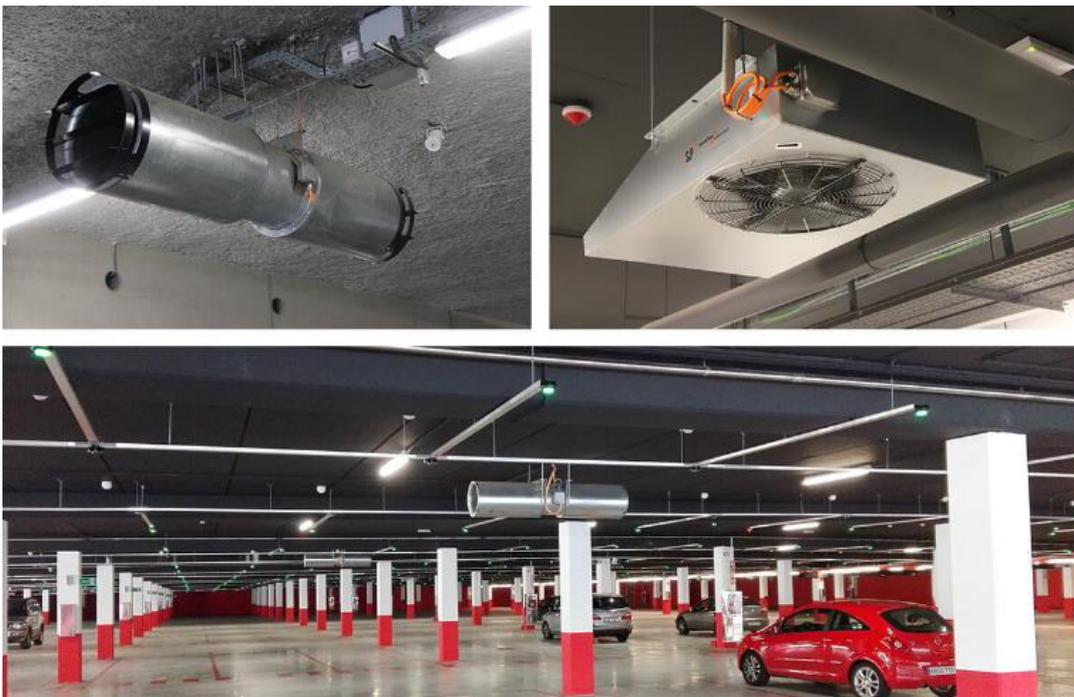
2.3.2.10.4. Antes de activar el sistema de ventilación

Cuando el sistema de ventilación se pone en marcha por primera vez, se recomienda enfáticamente revisar la unidad para descubrir posibles motivos de falla. Se debe examinar que cada terminal del motor esté unido a su terminal correspondiente y que no haya piezas sueltas cerca del ventilador ni ningún elemento que pueda interferir o dificultar el movimiento de rotación del ventilador.

Después de poner en marcha los jet fans, es necesario comprobar si su consumo es suficiente, si los ventiladores giran en el sentido correcto y si se detectan vibraciones anormales. Al mismo tiempo, es necesario verificar si los ventiladores de chorro funcionan de acuerdo con la lógica de funcionamiento definida y determinar los retrasos en caso de incendio. Una vez finalizadas estas pruebas, se puede confirmar que se han instalado correctamente y podemos obtener un resultado similar al que se muestra en la imagen. ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

Figura 2.14

Ejemplos de instalaciones bien realizadas



Fuente : ([S&P](#) EL NOV 26, 2018)

2.3.2.11. Ventilación de estacionamientos subterráneos

La necesidad de construir cada vez más de forma vertical y aprovechar al máximo posible el escaso espacio con que cuenta la ciudad, ha empujado al diseño de cada vez más niveles subterráneos para estacionamientos. Si bien tenemos conciencia de incorporar ventilación mecánica, muchas veces no conseguimos la mejor solución,

donde se implementan soluciones de un gran abanico de sistemas, por ejemplo, conductos por toda la planta, sólo con ventiladores de extracción e ingreso de aire fresco por rampas vehiculares, shafts de inyección de aire fresco y shafts contrapuestos para la extracción de aire contaminado, etc. Todos ellos enfocados exclusivamente en intentar controlar los niveles de contaminantes al interior de estos recintos. Hasta ahora, en ningún caso intentamos controlar humos a causa de incendios, ya que esa función se les destina exclusivamente a sistemas de mitigación con sistemas de detección de incendio y combate con agua por medio de rociadores. Otro aspecto, es la normativa vigente que pudiera ir “en contra” de las innovaciones, luego es necesario generar controversias para hacer revisar qué nuevos métodos pueden ser aplicados y que puedan ayudar tanto a mejorar las futuras instalaciones como a reducir las inversiones y costos de operación. Con esto, no queremos decir que estos sistemas actuales no funcionen y que el Sistema Jet Fan Green Ventilation sea la solución exclusiva y única. Pero queremos dar a conocer nuevas formas que nos permita mejorar la condición interior de salubridad y seguridad del edificio. A quién no le ha tocado la desagradable experiencia de ingresar a un estacionamiento subterráneo y tener que cerrar las ventanas del vehículo, para luego descender y transitar lo más rápido posible por el interior de este recinto debido a que el aire al interior es pesado y la experiencia es desagradable. En algunas personas se generan cefaleas y náuseas. Sumemos esto a la del personal que debe mantener estos recintos y sostener turnos de 8 horas como mínimo, expuestos a estos niveles altos de concentración y exposición de monóxido de carbono CO y otros contaminantes. (Fernández J. 12-7-2017).

2.3.2.11.1. Control de Contaminantes y Control de Humo en caso de Incendio.

Los estacionamientos cubiertos tienen la particularidad de concentrar contaminantes que proviene de los gases de combustión de los vehículos, como el

monóxido de carbono CO, el cual es un gas tóxico que puede provocar la muerte a causa de sobre exposición. Los vehículos también pueden incendiarse, ya sea por razones malintencionadas o a causa de fallas mecánicas/eléctricas. La inhalación de estos humos también es altamente peligrosa, pudiendo provocar la muerte. En general los estacionamientos subterráneos no cuentan con control de humos, abordándose solo el control de contaminantes.

El sistema de ventilación verde, que utiliza ventiladores de chorro, reemplaza esencialmente los conductos del estacionamiento, por lo que los demás elementos siguen siendo válidos y necesarios. Según el concepto de aire de cada zona de coches y sus normas de seguridad, se pueden instalar reproductores de extracción e inyección de alta temperatura estándar o nominal (F300/400 por diseño) para toda la ventilación mecánica.

Mediante el uso de un sistema de ventilación verde, se eliminan las áreas de "cavitación" (aire quieto sin movimiento) en el estacionamiento. La principal tarea del día a día de Jetfan es controlar los contaminantes y eliminar el humo en caso de incendio. (Fernández J. 12-7-2017).

2.3.2.11.2. Descripción del Sistema.

Las rampas, entradas de vehículos u otras aberturas brindan aire fresco, pero a menudo no son suficientes. El suministro de aire está diseñado para proporcionar un flujo de aire casi laminar. Si no se dispone de ventilación natural los ventiladores deben colocarse lejos unos de otros en toda el área de estacionamiento. El sistema de ventilación Jet Fan Green ayuda a circular el flujo de aire natural entre las áreas de entrada y salida y aumenta el flujo de aire en las típicas zonas muertas de cavitación, lo que garantiza un intercambio de aire adecuado en todo el estacionamiento.

Todo esto con un mínimo uso de energía, dado que este estaría solo funcionando en las áreas que sean necesarias. Además de mantener “limpio” de contaminantes nocivos para los seres humanos, y de acuerdo a las regulaciones de seguridad, pueden realizarse sectorizaciones para reducir los consumos de energía.

El sector de humo virtual es creado por cargas aerodinámicas en caso de incendio. Esto le acepta poder crear un diseño de estacionamiento grande y espacioso sin ellos, que normalmente tendría que estar separado por puertas y otros elementos de instalación. La zonificación para crear zonas de control de fuego y humo siempre afecta la eficiencia energética del sistema sin reducir los costos de inversión y, lo que es más importante, el impacto en el edificio. Los ventiladores de techo axiales y radiales están disponibles en diferentes versiones para temperaturas estándar y de clase F300 (300 °C/120 min), Especialmente diseñado para aplicaciones de control de humo. El proyecto incluye el sistema de control de ventilación verde de Systemair, diseñado para controlar contaminantes y humos, asegurando una operación optimizada. Analiza los valores medidos de sensores de monóxido de carbono y CO, detectores de incendios y/o incendios y controla zonas virtuales individuales de humo y CO bajo demanda.

Los ventiladores de chorro no afectados en las áreas de humo y CO están controlados por una matriz de control retenida (sistema de control). El sistema se desarrollará de acuerdo con los requisitos de creación simple. (Fernández J. 12-7-2017).

2.3.2.12. Simulación CFD

La simulación CFD confirmará que todos los espacios de estacionamiento tienen suficiente flujo de aire para permitir el intercambio de aire, confirmar la cantidad recomendada de ventiladores a chorro y determinar dónde se instalarán los ventiladores a chorro. El análisis CFD requiere un modelo 3D del edificio que proporcione aberturas, alturas de bloques, superficies del techo (liso o con buzamiento de vigas, tamaños de

buzamiento de vigas, etc.) y todos los demás detalles necesarios para que coincidan con la simulación.

El análisis CFD se utilizó para modelar el flujo de aire para garantizar que la distribución del aire sea suficiente para ventilar eficazmente el aparcamiento en situaciones normales y de emergencia. (Fernández J. 12-7-2017).

2.3.2.12.1. Dinámica de Fluidos Computacional

La Dinámica de Fluidos Computacional o CFD (*Computational Fluid Dynamics*) es un campo de información que se ocupa del simulador cuantitativo del flujo de fluidos, la transferencia de calor y fenómenos relacionados como reacciones químicas, combustión, Aero acústica, etc. CFD surgió de la fusión de dos disciplinas: la mecánica de fluidos y la computación numérica. Las fórmulas que rigen el flujo de fluidos se derivan de la mecánica de fluidos y se pueden resolver mediante varios métodos numéricos.

La fórmula principal resuelta por la dinámica de fluidos computacional es la ecuación de transporte para la variable de interés, denotada por el símbolo Φ . La ecuación se ve así:

$$\underbrace{\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho \Phi dV}_{\text{Tiempo}} + \underbrace{\oint_A \rho \Phi \mathbf{V} \cdot d\mathbf{A}}_{\text{Advección}} = \underbrace{\oint_A \Gamma_\Phi \nabla \Phi \cdot d\mathbf{A}}_{\text{Difusión}} + \underbrace{\int_V S_\Phi dV}_{\text{Fuente}}$$

...1

Todas las fórmulas o ecuaciones de preservación resueltas por CFD están como la manera anterior con cuatro términos: un término de tiempo, un término de advección, un término de difusión y un término fuente. Para simbolizar la segunda ecuación de mantenimiento, solo se cambian tres componentes de la ecuación: la variable Φ , el coeficiente de difusión Γ y la fuente S .

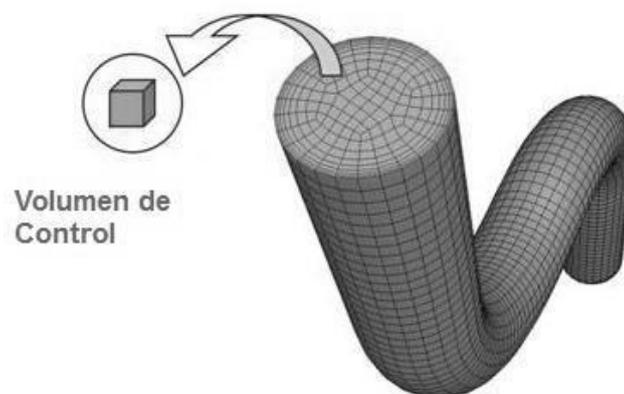
Por ejemplo, para la ecuación de conservación de la masa (o continuidad), la variable Φ es 1 y los coeficientes de flujo y fuente son cero. Aunque esta formulación es ampliamente utilizada en aplicaciones de CFD, se puede decir que la ecuación anterior no tiene una solución analítica hasta el momento. Por lo tanto, tiene que ser resuelto por algunos métodos de discretización.

Los métodos de discretización más utilizados son el método de diferencias finitas, el método de elementos finitos y el método de volumen finito, siendo este último el más utilizado en dinámica de fluidos computacional. En estas técnicas, el dominio continuo se reemplaza por un dominio discreto, donde se usa un conjunto de volúmenes de control para representar el dominio original, como se muestra en la siguiente figura.

(ESSS, 24 de junio de 2016)

Figura 2.15

Conjunto de volúmenes de control



Fuente: (ESSS, 24 de junio de 2016)

El dominio se discretiza en pequeños volúmenes y se resuelven ecuaciones algebraicas para cada uno de estos elementos.

La forma algebraica de las ecuaciones anteriores se resuelve en cada volumen de control, formando un sistema de ecuaciones a resolver numéricamente.

Estas ecuaciones se resuelven con la ayuda del software Computational Fluid Dynamics, que puede resolver una amplia variedad de problemas de CFD de forma rápida y precisa. Al final del texto, presentamos los principales solucionadores de CFD actualmente en el mercado. (ESSS, 24 de junio de 2016)

2.3.2.12.2. ¿Cómo asegurar que la malla es capaz de localizar correctamente la física del modelo?

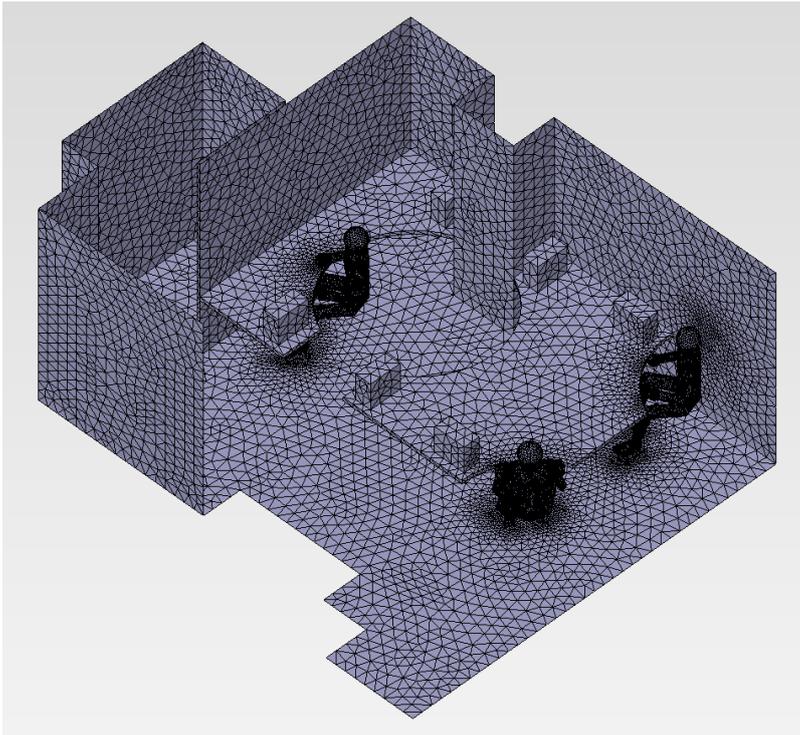
El número de volúmenes de control utilizados para el análisis debe determinarse mediante un estudio de convergencia ocular, es decir, analizar la misma situación con diferentes refinamientos de malla y comparar los resultados. Se dice que la convergencia de malla se logra cuando los resultados no cambian mucho (o cambian muy poco) entre los refinamientos de malla.

Después de generar la malla, procedemos a configurar la física del modelo, las condiciones de contorno y el solucionador. Luego, el sistema de ecuaciones se resuelve en un proceso iterativo hasta la convergencia, es decir, si las diferencias de resultados entre dos iteraciones consecutivas permanecen dentro del criterio establecido por el usuario.

El periodo final es el pos procesamiento, donde se evalúan los resultados mediante utensilios como vectores, líneas de corriente, distribuciones de color, planos de corte, isosuperficies, etc.(ESSS, 24 de junio de 2016)

Figura 2.16

Ejemplo de malla generada para un análisis CFD



Fuente : (ESSS, 24 de junio de 2016)

2.3.2.12.3. Aplicaciones del CFD en la Ingeniería

La dinámica de fluidos computacional se usa generalmente en varios sectores industriales y respalda el diseño y la elaboración de cientos de productos, como aviones, automóviles y barcos, tal como una amplia variedad de equipos industriales. La dinámica de flujo computacional se puede utilizar desde la fase conceptual de un proyecto, lo que ayuda a determinar la viabilidad y las soluciones óptimas del producto, hasta la fase de producción, lo que permite representar diferentes escenarios. Con las herramientas de CFD puede:

Simule la expansión y convección de sustancias líquidas en una amplia variedad de entornos

Ejecutar la programación y gestión de recursos hídricos

Evaluar la aerodinámica y aerotermodinámica de vehículos

Examinar la refrigeración de equipamientos, como reactores nucleares, motores

etc.

Llevar a cabo investigaciones sobre las propiedades de los contaminantes ambientales, la difusión de gases, la liberación de contaminantes, así como el análisis y la simulación de contaminantes en el flujo de agua.

Simular hidrodinámica y hemodinámica

Probar y desarrollar proyectos de sistemas propulsivos y de generación de **energía** en general.

Hay varias herramientas disponibles para ayudar a los ingenieros a realizar análisis de dinámica de fluidos computacional. Algunos de ellos son paquetes multi-física, como Ansys AIM, que combinan la simulación de propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y mecánicas de fluidos en una única interfaz y permiten el desarrollo de un proyecto completo, desde el diseño hasta la simulación y análisis de resultados.

No obstante, también se hallan utensilios específicos para soluciones CFD, como el software Ansys Fluent y Ansys CFX. Estos dos utensilios le permiten realizar una variedad de análisis CFD, como turbulencia, transferencia de calor, reacciones químicas, aeroacústica, turbo mecánica, modelado de flujo de fluidos y más.
(ESSI, 24 de junio de 2016)

2.3.2.13 Purificación del aire.

Purificación de aire. La función de la purificación del aire implica la eliminación de elementos contaminantes en suspensión, como toxinas, smog y partículas en el aire. Para purificar el aire, debe pasar por un filtro. Aunque ventilar significa renovar el aire, sacar el aire degradado y traer aire del exterior, el aire nunca se purifica. La purificación del aire está dedicada a esto. Hay varias opciones sobre cómo pasa el aire a través del filtro. Una forma muy sencilla de hacerlo es utilizar un purificador de aire en la habitación, pero no evita que entre aire contaminado.

La forma más efectiva de limpiar el aire es usar un sistema de ventilación de dos flujos que impulsa el aire desde el exterior y siempre controla la cantidad de aire que ingresa a la habitación. De esta forma, es poco probable que el aire de admisión contenga impurezas. En estos casos, se colocan filtros de purificación de aire en los conductos por los que se sopla el aire. Esta es sin duda la mejor manera de limpiar el aire.

2.3.2.14. Aire.

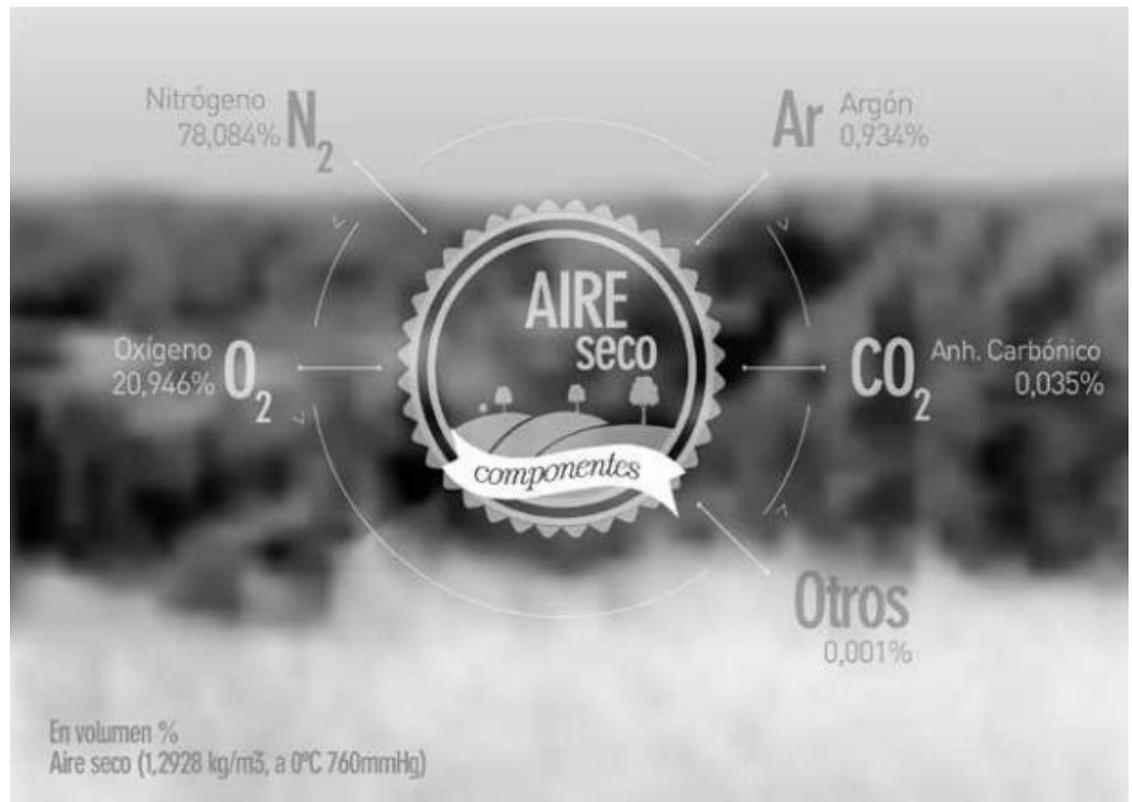
El aire es la mezcla de gases invisibles que rodea la tierra y es elemental para la respiración de todos los seres vivos.

Se basa en una combinación mecánica de gases, siempre mezclados en cantidades prácticamente iguales, entre los que destacan el nitrógeno, es el proceso biológico de plantas, animales y microorganismos y el oxígeno, que es importante para todas las formas de vida. (Soler&Palau).

2.3.2.15. Composición del aire

Figura 2.17

Composición del aire



Fuente: Soler & Pala

Tabla 2.1

Composición de la atmósfera libre de vapor de agua, por volumen

Porcentaje por volumen	
Gas	Volumen (%)
Nitrógeno (N ₂)	78,084
Oxígeno (O ₂)	20,946
Argón (Ar)	0,9340
Dióxido de carbono (CO ₂)	0,035
Neón (Ne)	0,001818
Helio (He)	0,000524
Metano (CH ₄)	0,000179
Kriptón (Kr)	0,000114
Hidrógeno (H ₂)	0,000055
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,00003
Monóxido de carbono (CO)	0,00001
Xenón (Xe)	0,000009
Ozono (O ₃)	0 a 7×10^{-6}
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0,000002
Yodo (I ₂)	0,000001
Amoníaco (NH ₃)	0,0003
No incluido en aire seco:	
Vapor de agua (H ₂ O)	~0,40 % en capas altas de la atmósfera; normalmente 1 a 4 % en la superficie.

Fuente: Wikipedia

2.3.2.16 Monóxido de carbono en el aire

El monóxido de carbono es un gas venenoso inodoro e incoloro. Debido a que el gas venenoso no se puede ver, probar ni oler, el monóxido de carbono puede ser mortal incluso antes de que sepa que está en su hogar. Las consecuencias de la exposición al monóxido de carbono en los seres humanos varían según la edad, el estado de salud general y la concentración y duración de la exposición. (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos). (EPA)

2.3.2.16. Fuentes de monóxido de carbono

Las fuentes de CO incluyen:

- Calentadores de espacio sin válvulas para gas y petróleo,
- calderas y chimeneas a prueba de fugas,
- Protección contra corrientes de aire de calderas, calentadores de agua a gas,

- estufas y chimeneas,
- Cocinas a gas,
- generadores y otros equipos que funcionan con gasolina,
- Escape de automóviles del garaje adjunto,
- humo de tabaco,
- Escape de automóviles, camiones o autobuses de garajes adjuntos, carreteras cercanas o estacionamiento
- Oxidación incompleta durante la quema de estufas y calentadores de gas o aceite inesperado,
- Equipos de combustión desgastados o mal ajustados y mantenidos (por ejemplo, calderas, hornos). • Si la manguera es del tamaño incorrecto, bloqueada o desconectada
- No existen fugas en la tubería.

2.3.2.17. Efectos para la salud asociados con el monóxido de carbono

- Fatiga en personas sanas
- Baja concentración
- Dolor torácico en pacientes cardíacos
- Concentración moderada
- dolor de garganta
- Trastornos cerebrales
- mala visión
- dolor de cabeza
- mareos
- confusión

- náuseas

Los síntomas parecidos a la gripe desaparecen después de salir de casa, letal en concentraciones muy altas

Los efectos graves están asociados con la formación de carboxihemoglobina en la sangre, lo que impide el suministro de oxígeno. En altitudes bajas, las personas sanas experimentan fatiga y los pacientes cardíacos experimentan dolor en el pecho. En niveles más altos, visión y coordinación borrosas, dolor de cabeza, mareos, confusión y náuseas. Esto puede causar síntomas similares a los de la gripe que desaparecen cuando sale de la casa. Mata a una velocidad muy alta. Los efectos graves están asociados con la formación de carboxihemoglobina en la sangre, lo que impide el suministro de oxígeno. En dosis moderadas, puede causar angina de pecho, pérdida de la visión y reducción de la actividad cerebral. En niveles altos, la exposición al CO puede ser fatídico. (EPA).

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.4.1. Terminología

Acondicionamiento térmico: El acondicionamiento térmico son todas intervenciones en la vivienda que tienen por objetivos principalmente:

- Mejorar el Confort Térmico (Mejorar la apariencia de paredes (libres de moho) y la calidad del aire, básicamente busca tener una atmósfera saludable en invierno y verano al interior de la vivienda).
- Mejorar la Eficiencia Energética (Mantener o mejorar las condiciones de habitabilidad de la vivienda, pero con un consumo de energía menor).
- Contribuir al Medio Ambiente (Al requerir menos calefacción se evita contaminación ambiental, especialmente Gases de Efecto Invernadero y

material particulado en el caso de la combustión de leña).
(Linkedin.com).

Calidad del aire: El Índice de calidad del aire (ICA) es una escala proporcionada por las autoridades locales (generalmente de la ciudad) que muestra la cantidad de contaminantes en el aire.

Carboxihemoglobina: La carboxihemoglobina (COHb) es un prótido, resultante del vínculo entre la hemoglobina, que contiene monóxido de carbono (CO), se une de esta manera al entrar en la sangre.

Depresión: La presión está por debajo de la presión atmosférica. Se mide como la diferencia entre la presión externa y la presión ambiental relativa. Dado que la presión atmosférica es variable, aunque todavía cercana a 1 kg/cm², pueden ocurrir depresiones incluso cuando la presión absoluta supera 1 atm.

Ducteria: especialidad industrial concerniente a tuberías y ductos.

Espacio confinado: Cualquier espacio con aberturas de acceso limitado y no destinado para uso futuro por parte de los empleados.

CFD: Dinámica de fluido computacional

Impulsión: Acción y consecuencia de incitar e impulsarse, en hacer que un individuo o componente haga en un movimiento en un recorrido o movimiento y aplicar a la fuerza en pleno de prisa o impulsar o incidir a alguien que se haga algo.

Jet Fan: Son ventiladores que sirven para trasladar grandes volúmenes de aire en aparcamientos, túneles y todo tipo de grandes superficies. Es necesario la capacitación dado que se trabaja inmersos a 400°C/2h y 300°C/2h. Actualmente existen dos categorías de Jet fan, helicoidales y centrífugos (de bajo perfil para elaborar en estacionamientos de baja altura). (spvsistemas.es).

Mecanización: Mecanización es el uso de máquinas para reemplazar parcial o totalmente el trabajo humano o animal.

Monóxido de carbono fórmula química es CO, es un gas incoloro y altamente tóxico.

Parámetro: En general, esta es cualquier propiedad que puede ayudar a definir o clasificar un sistema en particular (es decir, evento, objeto, objeto, situación, etc.). Es cuando se identifica o evalúa un elemento útil o crítico de un sistema por su desempeño, estado, condición, etc.

Partes por millón: Número de unidades de sustancia (agente, etc.) por millón de unidades de la colección.

Partículas en suspensión: son una serie de diminutos cuerpos sólidos o de gotitas de líquidos dispersos en la atmósfera.

Polución: contaminación atmosférica o contaminación del aire o polución del aire;

Presurización: Se trata de la acción que se desarrolla para resguardar, en un cierto ámbito.

Sensores de monóxido: Estos sensores de monóxido de carbono (CO) están diseñados para detectar y transmitir los niveles de este gas de un ambiente y de ductos.

Turbomáquinas: Las turbomáquinas hidráulicas, es el intercambio de energía (mecánica – hidráulica). Esta máquina tiene como componente a in rodete (rotador giratorio) por intermedio de pasa un fluido de forma continua, modificando este su cantidad de movimiento por acción de la máquina.

Valor permisible: Valores Límite Permisibles (TLVs): Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. *Hipótesis Principal*

Basados en el objetivo principal de la investigación, la hipótesis principal de la presente investigación será demostrar que: El diseño de un sistema de ventilación por impulsión (jets fans) si logrará la renovación del aire en los sótanos del edificio multifamiliar. Responde a la pregunta:

¿Cómo el diseño de un sistema de ventilación por impulsión (jets fans) lograra la renovación del aire en los sótanos del edificio multifamiliar?

3.1.2. *Hipótesis Específicas*

- La estimación gases y demanda de aire de renovación si logra la renovación del aire de los sótanos de la multifamiliar.
- Los cálculos hidráulicos y aerodinámicos de la evacuación de gases contaminantes si logra la renovación del aire de los sótanos de la multifamiliar.
- El dimensionamiento del sistema de ventilación si logra la renovación del aire de los sótanos de la multifamiliar.

3.2. VARIABLES

3.2.1. *Variable Principal*

Para la presente investigación la variable principal es el Sistema de Ventilación por impulsión. Podríamos definir sistema de ventilación como el método y el conjunto de elementos empleados para ventilar un recinto cerrado. S&P (Agost 20, 2018).

3.2.2. *Variable Secundaria*

Las variables secundarias fueron: Renovación del aire. Un purificador de aire es un dispositivo que elimina elementos contaminantes como: toxinas, humo y partículas que se encuentran presentes y/o suspendidas en el aire.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Ver anexo 2

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizará en los sótanos del edificio multifamiliar Diez Canseco II, ubicado en la Calle Diez Canseco 655 Miraflores, Lima Perú. Este edificio cuenta con dos sótanos de estacionamientos de las posteriores características:

Tabla 4.1

Características de los sótanos

	Sótano 1	Sótano 2
Área (m ²)	471.46	424.43
Altura (m)	3.95	2.6
Volumen (m ³)	1862.25	1106.52

Fuente: Propia

Las coordenadas GPS para AV. ERNESTO DIEZ CANSECO, Miraflores, Lima, Perú.

Tabla 4.2

Coordenadas

Latitud	-12.1223788
Longitud	-77.0290015

Fuente: Propia

intelecto y resultados de investigación que permita alcanzar la realidad de manera severa, organizada y sistemática.

4.2.3. Diseño de la Investigación

Este estudio tendrá un diseño no experimental de corte transversal. Esto significa usar indicadores descriptivos (miden o describen variables o factores) e indicadores causales (proporcionan explicaciones para los indicadores).

4.2.4. Enfoque de la Investigación

Los métodos de investigación serán cuantitativos como lo definen (Hernández, Fernández y Baptista -2014) porque consideran que el conocimiento debe ser objetivo y que surge en un proceso deductivo utilizando medicina numérica y estadística inferencial. Análisis, contrastación de hipótesis planteadas previamente. Esta perspectiva basa su investigación en casos "tipo" con el objetivo de conseguir resultados generalizables. (Bryman, 2004:19).

4.3. PROCEDIMIENTOS. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla 4.3

Características técnicas de los sótanos

SÓTANO 1

1. Datos		UNID		
Área de Estacionamiento		m ²	573	6167.7 ft ²
Altura Promedio del Estacionamiento		m	2.66	8.73 ft
Número de Estacionamientos		unid	7	
Numero de Autos en operación o tránsito		%	40%	3
Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por Automóvil (ER)		lb/h	1.544	
Concentración Max. Permitida de CO durante 1 Hora de Exposición		ppm	35	
Tiempo de ingreso ó salida del Auto del Estacionamiento (T)		seg	120	

SÓTANO 2

1. Datos		UNID		
Área de Estacionamiento		m ²	498	5360.5 ft ²
Altura Promedio del Estacionamiento		m	2.60	8.53 ft
Número de Estacionamientos		unid	13	
Numero de Autos en operación o tránsito		%	40%	6
Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por Automóvil (ER)		lb/h	1.544	
Concentración Max. Permitida de CO durante 1 Hora de Exposición		ppm	35	
Tiempo de ingreso ó salida del Auto del Estacionamiento (T)		seg	120	
2. Cálculos				

4.3.1. EXTRACCION DE MONÓXIDO DE CARBONO – MULTIFAMILIAR DIEZ CANSECO II 2

4.3.1.1. 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. • 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.

4.3.1.1.1. General

El aparcamiento a estudiar servirá al estacionamiento de la “Multifamiliar Diez Canseco II”. Este aparcamiento está compuesto de 2 niveles. El cliente ha definido la ubicación y caudal de los puntos de aporte y extracción. Solicitando la recomendación

de cantidad de jet fans TJFU-315 a utilizar. Según las recomendaciones de RNE y de fábrica, la locación de los puntos de inyección y erradicación para un sistema de monóxido podrá ser modificado con el fin de garantizar el funcionamiento del sistema en general.

En la posterior tabla se indican las características constructivas de los equipos
Jet Fans

Tabla 4.4**Características del jet fan**

CARACTERÍSTICAS
Fuerza de empuje: 33N
Hélice unidireccional de álabes hacia adelante, Flujo B.
Hélice de 7 palas de aleación de aluminio según EN 1706, y equilibrada de acuerdo con la ISO 1940-1, G6.3.
Camisa y 2 pies soporte de acero, según EN 10130-99, galvanizados en caliente según EN 1461:1999.
Caja de conexiones exterior.
Dos silenciadores circulares de chapa de acero galvanizado.
Rejilla de protección en aspiración y descarga.
Clase F.
Dos velocidades 2/4 polos.
Temperatura ambiental de trabajo -20°C a +40°C
IEC 80, 90. Trifásico/380V/220V/ 60HZ. IP55

Tabla 4.5**Dimensiones del aparcamiento**

Nivel	Altura del suelo al techo (m)	Superficie neta (m²) por sótano	Volumen aprox. (neto) (m³) por sótano
Sótano 1	3.95	471,46	1862.5296
Sótano 2	2.60	424.43	1103.5188

Todas las áreas razonablemente confinadas donde se generen vapores, gases y residuos que puedan perjudicar la salud de los usuarios, deberán contar con la ventilación adecuada y necesaria para diluir dichos productos indeseables a valores específicos aceptables para mantener las condiciones ambientales adecuadas para la salud y el confort humano. Los vehículos producen humos tóxicos, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, smog, hollín, etc., cuya cantidad depende del número de vehículos en circulación y el desarrollo tecnológico (tráfico), la antigüedad y el estado de mantenimiento de los automóviles estacionados (emisiones Por vehículo).

4.3.1.2. Generalidades

Los estacionamientos utilizan el concepto de presión estática, que se define en AMCA 250-05 de la siguiente manera: "Las fuerzas de fricción producidas en las paredes o el techo de un túnel o estacionamiento, combinadas con el tráfico, el viento y la pérdida de presión resultante a través del cuerpo; esta pérdida de presión corresponde al chorro por el aumento de la presión del ventilador suma causada por la transferencia de impulso entre el flujo del ventilador y el flujo de aire en la habitación.

Los ventiladores de extracción están elaborados para laborar 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. El sistema de ventilación en caso de percances debe disponer de un sistema idóneo de suministro eléctrico debiéndose de prevenir un suministro suplementario 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.

4.3.1.3. SISTEMA DE VENTILACION

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

En la tabla 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 modelo TJFU-315)

Tabla 4.6

Cálculo por áreas de ventilación sótano 1

Sótano 1		
CALCULO POR AREAS DE VENTILACION		
Área del sótano: A_s	471.46	m ²
Altura del sótano: H	3.95	m
Renovaciones hora:	5	ren/h
Longitud media del recorrido: L_a	69	m
Volumen del sótano: V_s	1862.2496	m ³
Caudal: Q	9311.2481	m ³ /hora
Modelo de Jet Fan: TJFU-315		
Caudal del Jet Fan: Q_J	5300.00	m ³ /h
Densidad estándar: ρ	1.2	kg/m ³
Fuerza: F	33.00	N
Velocidad inducida: V_i	0.25	m/s
Superficie de ventilación normal: Sp_n	846.15	m ²
Número de equipos	1	
Número de equipos (recomendación del proyectista)	3	

4.3.1.3.2. Requerimientos de Caudal

El cálculo para los requerimientos de caudal mínimo lo resumiremos en la tabla siguiente en donde se tiene que tener en consideración que el caudal de extracción está en función del volumen y el número de cambios por hora según lo estipula la norma RNE.

Tabla 4.7

Caudal mínimo a remover sótano 1

Nivel	Caudal a mover (m³/hr)
Sótano 1	9311.2481

Al diseñar el sistema con 5 cambios por horas se estaría cumpliendo las exigencias de la normativa peruana, la cual detalla que para estacionamientos se deberá garantizar 12 m³/hrm² y 5 cambios por hora. Se debe tener en cuenta además que la normativa local sólo detalla el cálculo para la extracción de monóxido, más no detalla el procedimiento a seguir para diseñar un sistema en caso de emergencia.

En la siguiente tabla 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 modelo TJFU-315)

Tabla 4.8

Cálculo por áreas de ventilación sótano 2

Sótano 2		
CALCULO POR AREAS DE VENTILACION		
Área del sótano: A_s	424.43	m ²
Altura del sótano: H	2.6	m
Renovaciones hora:	5	ren/h
Longitud media del recorrido: L_a	69	m
Volumen del sótano: V_s	1106.52	m ³
Caudal: Q	5517.59	m ³ /hora
Modelo de Jet Fan: TJFU-315		
Caudal del Jet Fan: Q_J	5300.00	m ³ /h
Densidad estándar: ρ	1.2	kg/m ³
Fuerza: F	33.00	N
Velocidad inducida: V_i	0.25	m/s
Superficie de ventilación normal: Sp_n	846.15	m ²
Número de equipos	1	
Número de equipos (recomendación del proyectista)	2	

4.3.1.3.3. Requerimientos de Caudal - Cálculo

El cálculo para los requerimientos de caudal mínimo lo resumiremos en la tabla 6.3, en donde se tiene que tener en consideración que el caudal de extracción está en función del volumen y el número de cambios por hora según lo estipula la norma RNE.

Tabla 4.9**Caudal mínimo a extraer sótano 2**

Nivel	Caudal a mover (m3/hr)
Sótano 2	5517.59

Al diseñar el sistema con 5 cambios por horas se estaría cumpliendo las exigencias de la normativa peruana, la cual detalla que para estacionamientos se deberá garantizar $12 \text{ m}^3/\text{hrm}^2$ y 5 cambios por hora. Se debe tener en cuenta además que la normativa local sólo detalla el cálculo para la extracción de monóxido, más no detalla el procedimiento a seguir para diseñar un sistema en caso de emergencia.

4.3.2. Proyecto: **MULTIFAMILIAR DIEZ CANSECO II**

(Simulación)

1. Modelo TJFU-315
2. Características: Tubular (solo monóxido)
3. Caudal del jet fan : 5300 M3/HP
4. Fuerza del jet fan : 33N
5. Cantidad propuesta de jet fan : 5

Figura 4.2

Posición de los jet fan en sótano 1

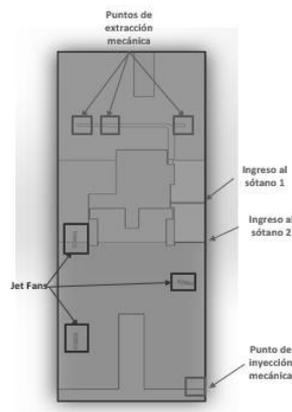


Figura 4.3

Posición de los jet fan en sótano 2

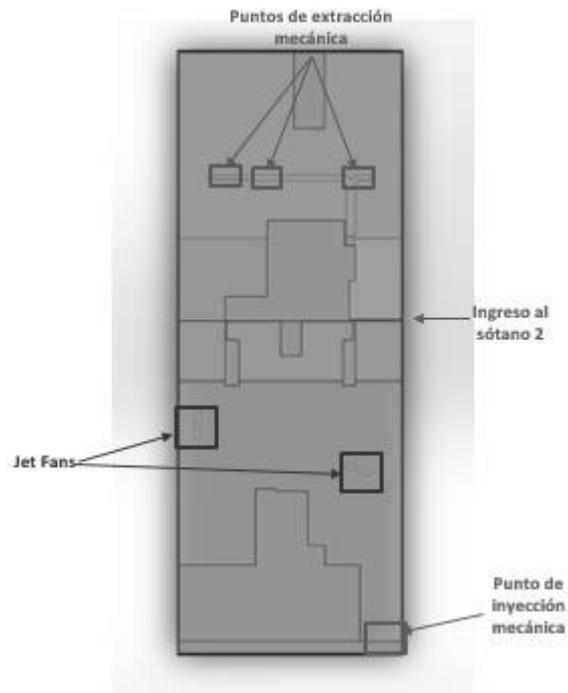


Figura 4.4

Vista superior sótano 1

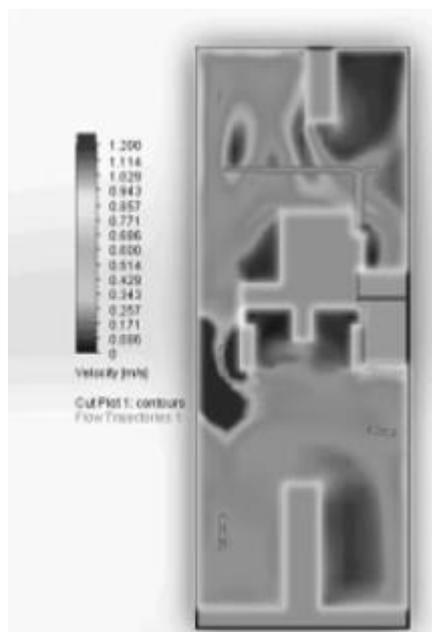


Figura 4.5

Vista superior sótano 2

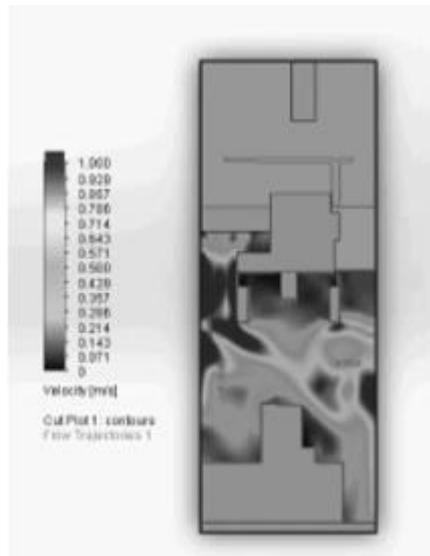


Figura 4.6

Vista isométrica sótano 1

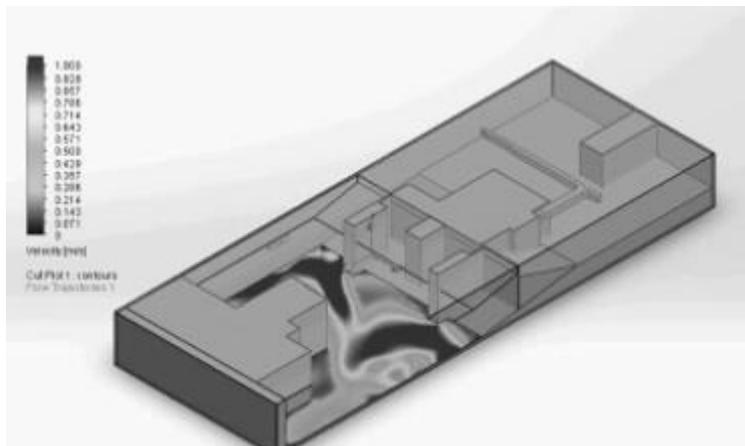
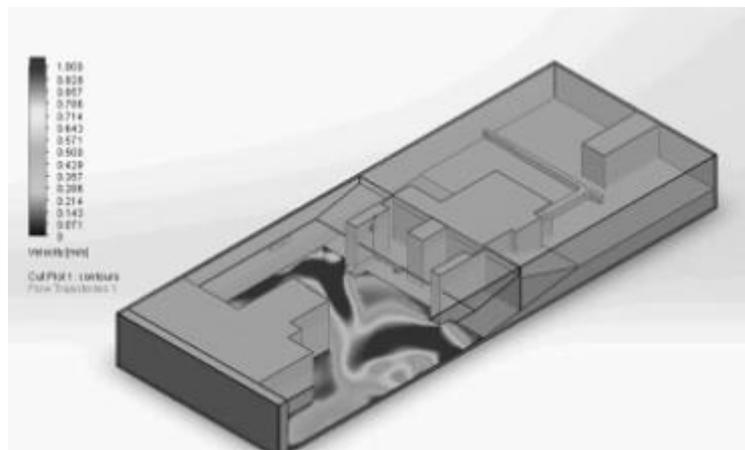


Figura 4.7**Vista isométrica sótano 2**

4.3.3. Conclusiones para la simulación

- La velocidad inducida esta oscilando entre 0 – 1 m/s, (para aplicación de monóxido), revisar barra de referencia al costado de cada plano.
- Para la simulación se considera la velocidad de aire.
- Según lo recomendado se estan considerando 5 equipos Jet Fan TJFU-315 (aplicación solo para monóxido), 3 unidades en el sótano 1 y 2 unidades el sótano 2.
- Para la aplicación de monóxido la velocidad mínima por norma es de 0.25 m/s, como se pude apreciar en los resultados el promedio de velocidades sobrepasa este valor cumpliendo con las exigencias de internacionales.
- Considerar soporte de los jet fan por debajo del nivel del soporte de las vigas para generar una mejor descarga libre en el primer sótano.

1.1.1.

Cálculos para el jet fans

Velocidad Inducida (Vi):

Velocidad mínima del aire, inducida por en el sistema para generar el movimiento del fluido (aire + CO, aire + humo).
 La (m/seg): Longitud media del recorrido del aire (Distancia desde la entrada hasta la salida del aire)

	SOTANO 2	SOTANO 3	SOTANO 4	SOTANO 5	SOTANO 6	SOTANO 7	SOTANO 8	
CO, ASHRAE (CO generado)	0.250	-	-	-	-	-	-	$V_i = Q_j/V_r \times L_a = m/seg$...2
UK BS 7346-7:2006 (CO)	0.250	-	-	-	-	-	-	
UK BS 7346-7:2006 (Humos)	0.230	-	-	-	-	-	-	$V_i = \text{revoluciones/seg} \times L_a = m/seg$...3
NFPA 88-A	0.250	-	-	-	-	-	-	
RNE	0.250	-	-	-	-	-	-	
UNE 23585 (Humo generado)	0.439	-	-	-	-	-	-	
Velocidad recomendada mín:	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	m/seg Según ASHRAE ó según S&P
Velocidad recomendada mín:	0.230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	m/seg Humos (UK BS)
Velocidad recomendada mín:	0.439	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	m/seg Humos (UNE)

Fuerza (N):

Fuerza generada por los equipos JetFan, para impulsar el aire.

* Es necesario elegir un modelo de Jet Fan para poder calcular la fuerza generada.

* La elección del Jet Fan dependerá de las condiciones geométricas del estacionamiento, cantidad de equipos y ruido (presión sonora)

- Qj (m3/seg): Caudal del Jet Fan
- ρ (kg/m3): Densidad estándar del aire
- Øj (m): Diámetro efectivo del ventilador
- π (Pi): 3.14159
- ρ (kg/m3): 1.2

$$F = \frac{4}{\pi} \rho \frac{Q_j}{\phi_j^2}$$

...4

Modelo	Fuerza (N)
JetFanS1: TCP 400	9.3
JetFanS2: TJFU/2-315-BC	25

Superficie de ventilación Normal (Spn):

Superficie nominal cubierta por el Jet Fan

F (N) (Kg.m/seg2): Fuerza ó Empuje

ρ (kg/m3): Densidad estándar del aire

Vi (m/s): Velocidad inducida

Constante de cálculo: 0.52

ρ (kg/m3): 1.2

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

...5

UK BS 7346 – 7:2006 (CO) S1 = 238.5

UK BS 7346 – 7:2006 (CO) S2 = 641

Cantidad de equipos requeridos:

Se obtiene como resultado de la relación entre el área total del ambiente y el área cubierta por el Jet Fan

$$\#JF = \frac{A_t}{S_{pn}} = Und$$

...6

UK BS 7346 – 7:2006 (CO) S1 = 2.4 = 3 unid.

UK BS 7346 – 7:2006 (CO) S2 = 0.78 = 1 unid. Para los jet fan de sótano 2 optaremos por colocar 2 unidades debido al cambio de dirección

V. RESULTADOS

5.1.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1.1. Cálculos para el sótano 1

5.1.1.1. SEGÚN ASHRAE

Tabla 5.1

Cálculo sótano 1 – según ASHRAE

Generación total de Monóxido de Carbono CO	13,3 lb/h
Rango de Generación de CO por unidad de área (G)	.004335 lb/h/ft ²
Valor Normalizado de la Generación de CO (f)	31.2
Caudal mínimo de aire por unidad de área	0.35 CFM/ft²
Caudal mínimo de aire para todo el estacionamiento	2,160 CFM
Factor de Diseño	1.2
Caudal mínimo de aire calculado por concentración de CO	2,592 CFM
Número de Cambios Mínimos por Hora (concentración de CO)	2.39

5.1.1.2. SEGÚN REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

(RNE)

Tabla 5.2

Cálculo sótano 1 – según RNE

Caudal mínimo de aire calculado por Unidad de Área (12 m ³ /h/m ²)	6,876 m ³ /h
	4,057 CFM
	4.51 Renv/h
Caudal mínimo de aire calculado por Número de Renovaciones (5 Renv/n)	7,627 m ³ /h
	4,500 CFM
	5 Ren/h

5.1.2. Cálculo para el sótano 2

5.1.2.1. SEGÚN ASHRAE

Tabla 5.3**Cálculo sótano 1 – según ASHRAE**

Generación total de Monóxido de Carbono CO	13,3 lb/h
Rango de Generación de CO por unidad de área (G)	.004335 lb/h/ft2
Valor Normalizado de la Generación de CO (f)	31.2
Caudal mínimo de aire por unidad de área	0.35 CFM/ft2
Caudal mínimo de aire para todo el estacionamiento	1,877 CFM
Factor de Diseño	1.2
Caudal mínimo de aire calculado por concentración de CO	2,2252 CFM
Número de Cambios Mínimos por Hora (concentración de CO)	2.39

5.1.2.2. CONFORME REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)

Tabla 5.4**Cálculo sótano 2 – según RNE**

Caudal mínimo de aire calculado por Unidad de Área (12 m3/h/m2)	5,976 m3/h
	3,526 CFM
	4.62 Renv/h
Caudal mínimo de aire calculado por Número de Renovaciones (5 Renov/h)	6,474 m3/h
	3,820 CFM
	5 Ren/h

5.1.3. JET FAN

Los siguientes ventiladores de impulsión son del tipo tubular, se han seleccionado para distribuir el aire por aparcamiento y así evitar/ minimizar área de aire estancado. La elección de los jet fan se han considerado para los casos de extracción de CO.

Tabla 5.5**Resumen de cantidad de equipos**

Nivel	Modelo de jet fan	Caudal m3/hr por JET FAN	Fuerza (N)	Cantidad
Sótano 1	TJFU-315	5300	33	3
Sótano 2	TJFU-315	5300	33	2

5.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.2.1. GENERALIDADES

En la presente investigación solo hace referencia al sistema de ventilación mecánica a los estacionamientos, el resto de abastecimiento y servicio deberán ser adecuados por terceros, como, por ejemplo:

- Levantamiento y puesta en funcionamiento
- Canales, atenuadores, rejillas, accesorios, etc.
- Detectores de monóxido.

5.2.2. CONTROLES

Para el módulo de contaminación, la activación del sistema jet fan puede controlarse mediante un sistema de detección de monóxido de carbono (CO), mejor conocido como monóxido de carbono o gases de carbono, según la estrategia descrita en este documento. Si utiliza un sistema de detección analógico, puede determinar si hay contaminación en un lugar en particular. Los sistemas Jet Fan se pueden operar para zonas individuales. Todo lo anterior brinda ventajas sobre la ventilación convencional y reduce los costos operativos.

5.2.3. ESTUDIO DE DINAMICA DE FLUIDOS (CFD)

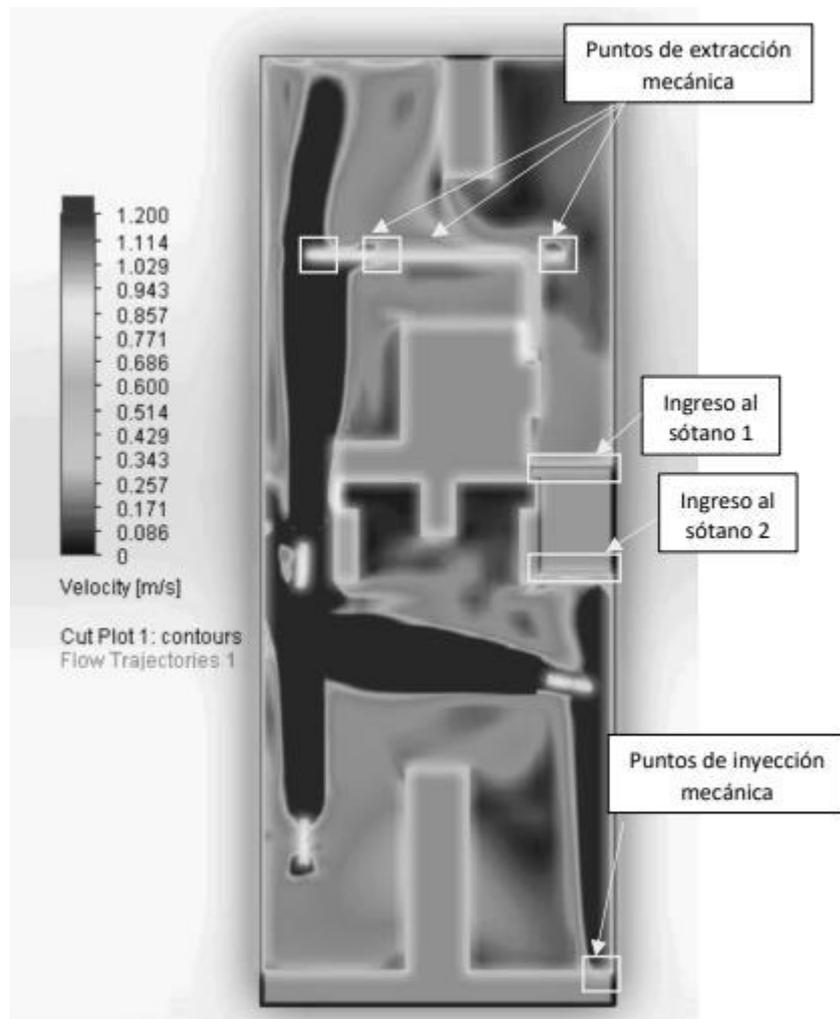
La colocación idónea, disposición y operación del jet fans se verificará con la simulación en la cual se podrá observar:

- El comportamiento del aire con la Inyección
- El comportamiento del aire con la extracción el cual se puntualiza en cuarto de extracción. Las velocidades mínimas necesarias recomendadas (según la norma ASHRAE) son de 0.25 m/s en el estacionamiento, tener un movimiento de aire menor a ese valor se considera estanco. Los datos cargados como condiciones de frontera para la simulación CFD son para 5 jet fans TJFU-315, se observa lo siguiente: - En el grafico N°1 figura la inyección y extracción complementado por 3 equipo jet fan los cuales se

pueden visualizar en color rojo distribuidos en el sótano velocidades superiores a 0.9 m/s, las zonas oscuras (menores a 0.21 m/s) han disminuido considerablemente el cual hace que tenga un sistema de extracción de monóxido aceptable. 25

Figura 5.1

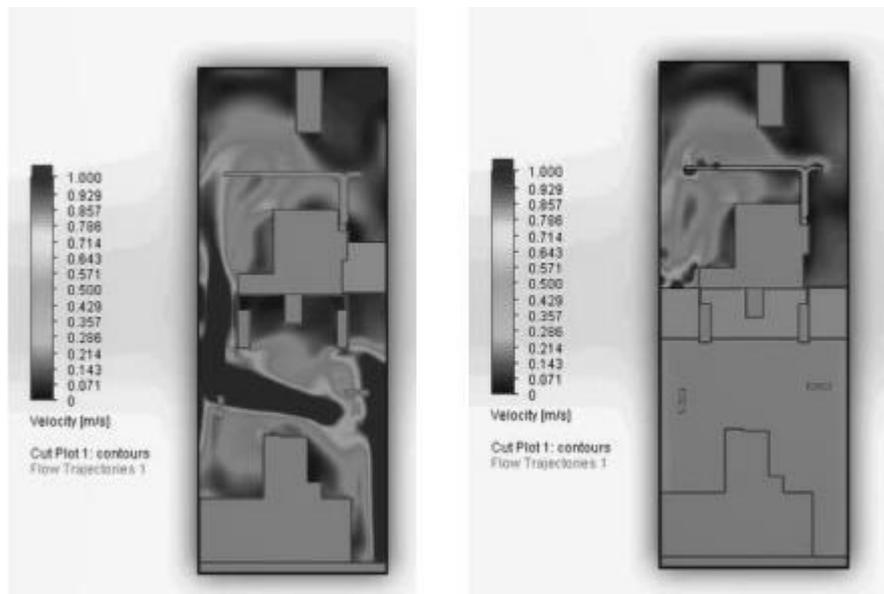
Sótano 1



En las figuras siguientes se muestran la inyección y extracción complementado por 2 equipo jet fan los cuales se pueden visualizar en color rojo distribuidos en el sótano velocidades superiores a 0.9 m/s, las zonas oscuras (menores a 0.21 m/s) han disminuido considerablemente el cual hace que tenga un sistema de extracción de monóxido aceptable.

Figura 5.2

Sótano 2



Los softwares utilizados para la simulación de estos detalles SolidWorks Modulo Flow Simulation. La ubicación del Sistema jet fan no es exacta puede tener una tolerancia en un radio de 1 metro manteniendo la dirección indicada en la simulación

VI. DISCUSIÓN

1. Los caudales de regeneración de aire, para la erradicación de CO, es 5 Camb/hr (RNE)
2. Caudales de aire de renovación, extracción de humos de incendio en sótanos, 10 camb/hr
3. Los ventiladores jet fans deben ser diseñados para operar a altas temperaturas
4. El software utilizado en el diseño son unos de los más recomendados.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1. Sótano 1

Caudal de EXTRACCIÓN Estándar	2,160 CFM
Caída de Presión Estática Estimada	1.5 Pulg.c.a
Potencia Aproximada mínima	3 HP
CFM / Auto	640 CFM/Auto
Número de Renovaciones por Hora	5 Renv/h
Número Mínimo de Sensores de Monóxido (Cada sensor 5,000 ft2 de alcance aprox.)	3 Unid

7.1.2. Sótano 2

Caudal de EXTRACCIÓN Estándar	1,877 CFM
Caída de Presión Estática Estimada	1.5 Pulg.c.a
Potencia Aproximada mínima	2 HP
CFM / Auto	294 CFM/Auto
Número de Renovaciones por Hora	5 Renv/h
Número Mínimo de Sensores de Monóxido (Cada sensor 5,000 ft2 de alcance aprox.)	3 Unid

Para la práctica de monóxido de carbono, la ligereza mínima estándar es de 0,25 m/s. Se puede ver en los efectos que la velocidad promedio supera este importe y cumple con los requisitos internacionales.

- Se presenta posiciones tentativas de los jet fans para presentar menor estancamiento de aire viciado.

- Según lo planteado por el proyecto. Se está considerando 3 equipos Jet fan TJFU-315 para el sótano 1 y 2 unidades para el sótano 2 (aplicación solo para monóxido).

- Para la simulación se considera la velocidad de aire.

7.1.3. Comparación de alternativas utilizando los sistemas convencionales frente al uso del sistema de ventilación por impulsión jet fans.

1. Al usar los sistemas de ventilación jet fans, estos son de instalación más fácil y más rápido.

2. El sistema de ventilación con jet fans, son de menor costo de instalación.
3. Los sistemas de ventilación con jet fans comparados con otros sistemas convencionales son de menor costo de mantenimiento.
4. Con los sistemas de ventilación jet fans, se obtienen techos más limpios y menos abarrotados que otros sistemas.
5. Los jet fans, producen poco ruido comparado con otros tipos de motores.
6. El uso de un sistema de ventilación jet puede reducir la inversión, dado que se pueden omitir los métodos de conductos amplios y engorrosos. Una amplia superioridad, principalmente para proyectos de modernización.
7. El posicionamiento flexible de los ventiladores a chorro proporciona un diseño moderno y estéticamente agradable.
8. Con la instalación del sistema de ventilación con jet fans, se obtiene un escatimo en el tiempo de diseño, no es obligatorio un sistema de ductos, posee una alta flexibilidad para una nueva edificación o para renovaciones de estacionamientos.
9. Los ventiladores jet fans, se pueden instalas al final de la obra, lo que una menor interacción con otros montajes.
10. El sistema Jet Fan escatima hasta un 80% de energía con respecto a un sistema convencional, lo que se traduce a un considerable ahorro en el costo de operación.
11. El sensor de CO (monóxido de carbono) activa solo aquellos ventiladores que realmente se necesitan. Ventile áreas predefinidas sin operar todo el sistema.
12. Los sistemas de chorro de aire tienen concentraciones más bajas de contaminantes del aire que los sistemas convencionales. El aire activado está en constante movimiento en todo el estacionamiento, aumentando la cantidad de aire limpio en todos los sectores

7.2 RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta la cantidad de estacionamientos, y la movilidad de los vehículos en horas punta
- Se deben tomar en cuenta la cantidad y ubicación de los medidores de Co.
- Tener mucho cuidado con la distribución de los jet fans en los sótanos que no tengan ninguna obstrucción para su buen funcionamiento.
- Se recomiendan los jet fan, por ser eficientes y económicos, de bajo consumo eléctrico.
- Después de instalar todo el sistema de ventilación se deben hacer pruebas de contaminación en horas punta.
- Se deben tener una amplia coordinación con el resto de instalaciones como agua, gas, desagües, etc.

BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

REFERENCIAS

- (Soler & Palau.). Sectores de la industria Ventilación. Ventilación con Jet Fans
 “Investigaciones no experimentales. Qué son y cómo afrontarlas”. Normas APA.
- Balestrini (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. 7a. ed.
 Caracas: BL Consultores Asociados, 2006.
- Bernal C. (2006) (p84). Metodología de la Investigación. Tercera Edición. Editora
 Pearson.
- Bryman, A. (2004) Social research methods. 2nd Edition, Oxford University Press,
 New York, 592.
- Comunidad de Madrid (Julio 2018-2da edición). Calidad del Ambiente en edificios de
 uso público. Dirección General de Salud Pública Consejería de Sanidad de la
 Comunidad de Madrid
- Con este manual podrás conocer todo lo necesario sobre ventilación. Desde los
 conceptos básicos, componentes del aire, circulación por conductos y procesos
 de definición de un sistema de ventilación.
- Ecured. Investigación no experimental” en EcuRed, Conocimiento por todos y para
 todos.
- ESSS (24 de junio de 2016). El archivo más grande de contenido de simulación
 computacional en América Latina. <https://www.esss.co/es/blog/dinamica-de-fluidos-computacional-que-es/>
- Fernández J. 12-7-2017). Ventilación de estacionamientos via Jet Fan Systemair.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación
 (6ª ed.). México: McGrwall Hill Education.

<https://www.significados.com> › marco-teórico-ejemplo

Kerlinger F. (2010). Diseño de la investigación.

Murillo W. (2008). La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 de

<http://www.monografias.com/trabajos15/investcientífica/investcientífica.shtm>

Padrón (2006). BASES DEL CONCEPTO DE "INVESTIGACIÓN APLICADA.

Portilla (2014). Diseño de una investigación.

S&P (Agost 20, 2018). Manual de ventilación. Descarga nuestro manual práctico de ventilación

S&P EL NOV 26, 2018. INSTALACIÓN DE JET FANS: GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS

Siber Ventilación. Fabricante de Sistemas de Ventilación con Alta Eficiencia Energética.

Significados. con 5 ejemplos de marco teórico para que entiendas cómo ...

Última edición: 6 de julio de 2020. Cómo citar: "Investigación no Experimental".

Autor: María Estela Raffino. De: Argentina. Para: Concepto. De. Disponible en: <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>. Consultado: 19 de febrero de 2021.

Universidad Continental (2007).

Wikipedia. es una enciclopedia libre, políglota y editada de manera colaborativa.

REFERENCIAS LEGALES

NORMA APA 7MA EDICIÓN. Las Normas APA (American Psychological Association) son un conjunto de directrices diseñadas para facilitar una comunicación clara y precisa en las publicaciones académicas, especialmente en la citación y referenciación de fuentes de información.

NORMA A.010 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

NORMA TÉCNICA E.M. 030 INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

Publicación Oficial - Diario Oficial El Peruano - spij.minjus.gob ...

Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE (actualizado con texto copiable).

Reglamento Nacional de Edificaciones

Índice (Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA del 05-03-2006)

NORMA AMBIENTAL DE CALIDAD DEL AIRE NA-AI-00 1 -03

(Sustituye a la AR-CA-O1). <http://extwprlegs1.fao.org> › pdf › dom60781

Modifican la Norma Técnica EM.030 Instalaciones de Ventilación del Reglamento Nacional de Edificaciones y dictan otras disposiciones

RESOLUCION MINISTERIAL N° 232-2020-VIVIENDA. Modifican la Norma Técnica EM.030 Instalaciones de Ventilación del Reglamento Nacional de Edificaciones y dictan otras disposiciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Balestrini (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. 7a. ed. Caracas: BL Consultores Asociados, 2006.
- Bernal Cesar Augusto (2006) (p84). Metodología de la Investigación. Tercera Edición. Editora Pearson.
- Bryman, A. (2004) Social research methods. 2nd Edition, Oxford University Press, New York, 592.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). México: McGrwall Hill Education.
- Kerlinger (2010). Diseño de la investigación.
- Murillo (2008). Murillo, W. (2008). La investigación científica. Acceso 18 de abril de 2008 de <http://www.monografias.com/trabajos15/investcientífica/investcientífica.shtm>
- Padrón (2006). Bases del concepto de "investigación aplicada.
- Portilla (2014). Diseño de una investigación.
- Soler&Palau (Agost 20, 2018). Manual de ventilación. Manual práctico de ventilación
- Soler&Palau (2009). Manual Práctico de ventilación. Segunda edición. Editorial Salvador Escoda.
- Remón Zavaleta, Mauro César Alonso (2016), “Sistema de extracción de monóxido de carbono para estacionamientos en los sótanos del edificio corporativo Panorama”. Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5305>
- Salazar Mera, Esvin (2018), “Diseño de un sistema de ventilación con detección de Monóxido de Carbono (CO) para Sótanos de Estacionamiento de un Edificio

Multifamiliar”. Tesis de Grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2243>.

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”; Tesis de Grado Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Disponible en

<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/385>

Marcial Valladares, Yampier Alberto (2019), “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 República”. Tesis de grado de la Universidad Tecnológica del Perú. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2110>.

Quispe Dioses, Carlos Miguel (2017), “Diseño de un sistema de extracción de monóxido de carbono para sótanos de estacionamiento del Centro Comercial Galaxy Plaza”. Tesis de Grado. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Disponible en <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/366>

Venegas Quispe, Nancy (2018), “Diseño de sistema de ventilación por impulsión para estacionamiento con equipos Jet Fan”. Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12672/8693>

López Izquierdo, Cristóbal (2019) “Instalaciones de ventilación y climatización de un edificio residencial”. Tesis de Grado de la Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Álvarez del Campo, Inés (2019); “Influencia del parque vehicular en los requisitos de ventilación de túneles”. Tesis de Grado de la Universidad de Cantabria - Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas

ANEXOS

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
P. GENERAL	O. GENERAL	H. GENERAL		
¿ Como el diseño de un sistema de ventilación por impulsión (jets Fans) lograra la purificación del aire en los sótanos de edificios multifamiliares?	Diseñar un sistema de ventilación por impulsión (jets Fans) para rlograr la purificación del aire en los sótanos de edificios multifamiliares?	El diseño de un sistema de ventilación por impulsión (jets Fans) si logrará la purificación del aire en los sótanos de edificios multifamiliares?	V. PRINCIPAL Sistema de ventilación por impulsión V. Secundaria Purificación del aire	TIPO DE INVESTIGACION : APLICADA DISEÑO DE INVESTIGACION : NO EXPERIMENTAL ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN : CUANTITATIVO

Fuente: Propia

2. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE PRINCIPAL	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Diseño del Sistema de ventilación	Método y conjunto de elementos empleados para ventilar un recinto cerrado	Diseñar, implementar, analizar Ventilar	Ventilación	Caudal Área a ventilar Métodos de cálculo
			Ventiladoes	Jet fan Cantidad Distribución
			Contaminantes	Concentración CO

o

• **Ficha técnica del jet fan**



JET FANS AXIALES

TJFU-315



Aplicación

Jet fans para mover grandes volúmenes de aire en aparcamientos, túneles y todo tipo de grandes espacios.

TJFU: únicamente para ventilación.

Descripción

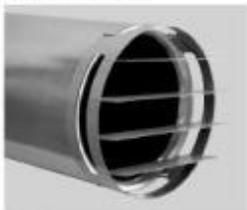
- Diámetros: 315, 355, 400 mm.
- Hélice unidireccional de álabes hacia adelante, Flujo B.
- Hélice de 7 palas de aleación de aluminio según EN 1706, y equilibrada según ISO 14694: G 6.3.
- Camisa y 2 pies soporte de acero, según EN 10130-99, galvanizados en caliente según EN 1461: 1999.
- Caja de conexiones exterior.
- Dos silenciadores circulares de chapa de acero galvanizado.
- Rejilla de protección en aspiración y descarga.



Caja de conexiones exterior para facilitar la instalación.



Dos rejillas de protección incorporadas.



Deflector opcional en la descarga para versiones unidireccionales.



Interruptor opcional instalado en fábrica o como accesorio.

Motores

- IEC 80, 90. Trifásico/380V/ 220V/ 60Hz IP 55
- Clase F
- Dos velocidades 2/4 polos, conexión tipo Dalhander.
- Temperatura ambiental de trabajo -20°C a +40°C

Bajo pedido

- Motor de una velocidad, 2 polos.
- Defensa en impulsión y deflector de descarga para caudal unidireccional.
- Deflector en impulsión y descarga para caudal bidireccional (hélice reversible).
- En sustitución de la caja de conexiones, interruptor de seguridad paro-marcha IP65, instalado de fábrica o como accesorio.
- Pinturas externas RAL.

Aplicaciones



Parkings





JET FANS AXIALES

TJFU-315

Características técnicas

Modelo	Nº de polos	Velocidad (rpm)	Empuje (N)	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	Motor** (kW)	FLC* (A)	Nivel de presión sonora** Flujo B*** (LpA)	Peso (kg)
UNIDIRECCIONAL - 1 velocidad 2 POLOS									
TJFU/2-315-C	2	3265	33	5300	19	1.1	2.4	67	56
TJFU/2-355-C	2	3400	57	7800	22	1.5	3.4	70	75
TJFU/2-400-C	2	3450	89	11000	24	3	6.6	75	88
UNIDIRECCIONAL - 2 velocidades 2/4 POLOS									
TJFU/2/4-315-C	2/4	3295/1625	33/8	5300	19/9	1.1/0.25	2.4/0.8	67/50	56
TJFU/2/4-355-C	2/4	3370/1670	57/14	7800	22/11	1.5/0.37	3.5/1.2	70/53	75
TJFU/2/4-400-C	2/4	3460/1715	89/22	11000	24/12	3.1/0.8	7.1/2.5	75/58	88

*Puede depender del motor usado. **Nivel de presión sonora medida a 3 metros en campo libre para comparación. ***Flujo B: Helice-Motor (unidireccional)

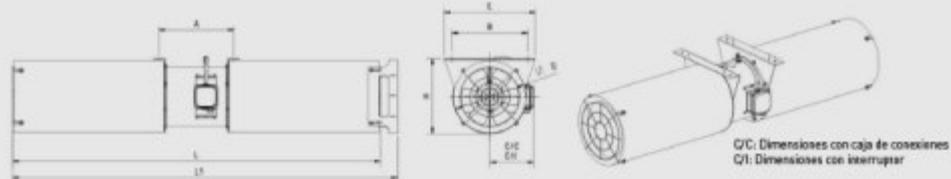
Características acústicas

Niveles de potencia acústica LwA ref. 1pW de acuerdo con la ISO13347:2004.

2 polos										4 polos									
Forma B	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	LWA	Forma B	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	LWA
315	66	66	68	79	78	79	71	66	84	315	45	54	58	61	61	54	50	43	66
355	61	69	72	82	82	81	74	68	87	315	48	58	62	65	67	58	54	47	71
400	72	74	73	82	86	87	80	75	91	315	51	62	65	70	67	64	60	52	74

Form B: air direction Impeller over Motor

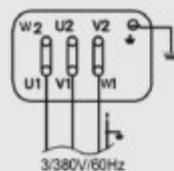
Dimensiones (mm)



Modelo	A	B	C/C	C/I	ØD	E	H	L	L1
315	310	405	236	279	385	485	397	1754	1610
355	310	445	259	302	425	525	437	1754	1610
400	310	506	283	326	486	584	498	1754	1610

Esquema de conexiones

MOTOR 1 VELOCIDAD



MOTOR 2 VELOCIDADES (CONEXIÓN DALHANDER)

