

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE
EXTRACCIÓN DE GASES PARA MAYOR DISPOSICIÓN DE
LOS SÓTANOS DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR VIBE, AÑO
2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Catherine Lisbeth Paucar Sandoval
Nelson Nadal Cordova Arrescurrenaga

Asesor:

Dr. Ing. Napoleón Jáuregui Nongrados
<https://orcid.org/0000-0002-0410-8719>

Lima - Perú

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN EJECUTIVO.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Contexto de experiencia profesional	14
1.2 Descripción de la empresa.....	15
1.2.1 Misión.....	16
1.2.2 Visión	16
1.2.3 Valores	16
1.2.4 Servicios	16
1.2.5 Clientes.....	17
1.2.6 Competidores	17
1.2.7 Organigrama.....	18
1.2.8 Descripción de las áreas de la empresa Aspiratek S.A.C.....	19

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes de investigación	20
2.1.1 Antecedentes Nacionales.....	20
2.1.2 Antecedentes Internacionales	21
2.2 Conceptos básicos de la experiencia profesional	22
2.2.1 Bases teóricas	25
2.2.2 Normas y Especificaciones Aplicables	32
2.3 Limitaciones	33
2.4 Superación de limitaciones.....	33
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	34
3.1 Descripción del ingreso a la empresa.....	34
3.2 Equipo de trabajo	34
3.3 Identificación del problema.....	35
3.4 Formulación del problema	35
3.5 Problemas específicos	36
3.6 Objetivos	36
3.6.1 Objetivo general	36
3.6.2 Objetivos específicos.....	36
3.7 Estrategias	37
3.8 Metodología	37
3.9 Procedimiento.....	38

A.	Calculo para determinar el caudal de aire considerando 5 renovaciones por hora.	41
B.	Cálculo para determinar el caudal de aire considerando 12 m ³ por metro cuadrado de superficie.	43
C.	Cálculo para determinar el caudal de aire según el manual de ASHRAE, Aplicaciones Año 2003, Capitulo 13 (Parking Garajes)	43
D.	Determinamos el requerimiento mínimo de ventilación por pie ² , para que el nivel de concentración de CO no exceda de 25 ppm.	45
E.	Determinación del espacio para los ductos de extracción de gases e inyección de aire fresco	48
F.	Determinación de la potencia del equipo de extracción.....	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		59
4.1	Evaluación del actual diseño del sistema de extracción de gases y los costos totales de su instalación del multifamiliar VIBE.	59
4.2	Evaluación del actual diseño del sistema de extracción de gases y los costos totales de su instalación del multifamiliar VIBE.	71
4.3	Definir el diseño de extracción de gases de los sótanos del proyecto multifamiliar VIBE que permita el mayor espacio de aprovechamiento económico.....	84
4.4	Determinar los costos competitivos de la instalación de extracción de gases en los sótanos del edificio multifamiliar VIBE con respecto al diseño anterior. .	101

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
5.1 Conclusiones	104
5.2 Recomendaciones.....	106
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de normas internacionales con respecto a la ventilación de los estacionamientos	24
Tabla 2 Carga eléctrica por sótano del plano anterior del proyecto VIBE	61
Tabla 3 Presupuesto de instalación del diseño anterior.	65
Tabla 4 Marcas de Equipos para la instalación del nuevo diseño.....	71
Tabla 5 Proyectos instalados por Aspiratek.....	72
Tabla 6 Caudal requerido según RNE considerando 5 renovaciones por hora.....	84
Tabla 7 Caudal requerido según RNE considerando 12 m ³ por metro cuadrado de superficie	85
Tabla 8 Caudal requerido según ASHRAE 2003	85
Tabla 9 Cargas eléctricas con el nuevo diseño del proyecto VIBE	93
Tabla 10 Presupuesto de instalación del nuevo diseño.	94
Tabla 11 Proyección de costos del Área recuperada valor en Nuevos Soles.....	101
Tabla 12 Costos por la implementación proyecto multifamiliar VIBE.	102
Tabla 13 Beneficio neto del nuevo diseño del proyecto multifamiliar VIBE.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa ASPIRATEK S.A.C.	18
Figura 2 Sistema de ventilación natural.....	25
Figura 3 Sistema de ventilación mecánica forzada.....	26
Figura 4 Ventilador Axial	27
Figura 5 Ventilador Tuboaxial.....	28
Figura 6 Ventilador Centrifugo.....	29
Figura 7 Perdida de presión del ducto de inyección de la montante 1.....	49
Figura 8 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 1	49
Figura 9 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 1	50
Figura 10 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 1	50
Figura 11 Perdida de presión total para la montante de inyección 1	50
Figura 12 Perdida de presión del ducto de inyección de la montante 2.....	51
Figura 13 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 2	51
Figura 14 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 2	52
Figura 15 Perdida de presión de las rejillas en la montante de inyección 2	52
Figura 16 Perdida de presión total para la montante de inyección 2	52
Figura 17 Perdida de presión del ducto de extracción	53
Figura 18 Perdida de presión de las rejillas en la montante de extracción	53
Figura 19 Perdida de presión de las rejillas en la montante de extracción	54
Figura 20 Perdida de presión de las rejillas en la montante de extracción	54
Figura 21 Perdida de presión total para la montante de extracción	54

Figura 22 Plano de planta del sótano 1	59
Figura 23 Plano de planta de los sótanos 2,3 y 4.....	60
Figura 24 Proyección de instalación del diseño anterior mediante un cronograma de trabajo.....	62
Figura 25 Proyección de instalación del diseño anterior mediante un cronograma de trabajo.....	63
Figura 26 Proyección de instalación del diseño anterior mediante un cronograma de trabajo.....	63
Figura 27 Proyección de instalación del diseño anterior mediante un cronograma de trabajo.....	64
Figura 28 Equipo de Ventilación Axial Modelo AD 660.....	73
Figura 29 Equipo de Ventilación Axial Modelo AD 800.....	74
Figura 30 Equipo de VentilaciónTuboaxial JetFan Modelo VI CP4000.....	75
Figura 31 Detector de monóxido de carbono modelo SF340F	76
Figura 32 Equipamiento JetFan seleccionado para la simulación	77
Figura 33 Equipamiento de extracción seleccionado para la simulación	77
Figura 34 Equipamiento de inyección seleccionado para la simulación	78
Figura 35 Disposición de los equipos en planta.....	79
Figura 36 Diagrama en 3D de la disposición de los equipos y análisis de los dardos de acción de los equipos	80
Figura 37 Simulación en planta de los dardos de acción de los equipos de ventilación en sótanos	81
Figura 38 Simulación en planta luego de 120 segundos funcionamiento del sistema.....	82
Figura 39 Simulación en vista de planta luego de 360 segundos de funcionamiento del sistema	83
Figura 40 Cálculos con los caudales máximos para el proyecto VIBE	86
Figura 41 Cálculos para la cabida de ductos de extracción	86

Figura 42 Cálculos para la cabida de ducto 1 de inyección.....	87
Figura 43 Cálculos para la cabida de ducto 2 de inyección.....	87
Figura 44 Plano de planta del sótano 1	88
Figura 45 Plano de planta del sótano 2,3 y 4.	89
Figura 46 Aprobación de documentación técnicos del proyecto VIBE.....	90
Figura 47 Aprobación de los revisores urbanos.....	91
Figura 48 Aprobación municipal del proyecto VIBE.....	92
Figura 49 Proyección de instalación del nuevo diseño mediante un cronograma de trabajo	99
Figura 50 Proyección de instalación del nuevo diseño mediante un cronograma de trabajo	99
Figura 51 Proyección de instalación del nuevo diseño mediante un cronograma de trabajo	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Caudal considerando 5 renovaciones por hora	42
Ecuación 2 Caudal considerando 12 m ³ por metro cuadrado de superficie.....	43
Ecuación 3 Caudal considerando la máxima generación de monóxido de carbono	44
Ecuación 4 Factor para calcular el caudal mínimo de ventilación por pie ²	44
Ecuación 5 Concentración de monóxido de carbono no exceda de 25ppm.....	44
Ecuación 6 Calculo para la cabida de ductos.....	48
Ecuación 7 Calculo para la determinación de la potencia del equipo de extracción	55

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de suficiencia profesional se elaboró un nuevo diseño e implementación del sistema de extracción de gases en los estacionamientos del proyecto multifamiliar VIBE. Es importante que los sótanos cuenten con un sistema de ventilación mecánica para extraer el aire viciado y los gases que emiten los vehículos. Los equipos del diseño anterior de extracción de gases en sótanos del edificio contaban con una alta carga eléctrica, además de ocupar un espacio de 42.55 m².

con el propósito de reducir los costos para la mejora económica del proyecto, se realizó un nuevo diseño del sistema reduciendo la carga eléctrica de los equipos en un 46%, asimismo la disminución de costos de instalación en \$ 21 139,00. Además de la recuperación de los ambientes no ocupados, obteniendo una proyección de ganancia de \$ 85 559,54

Para realizar este nuevo diseño se tomó en cuenta las normas nacionales e internacionales vigentes (Norma Técnica E.M. 030 Instalaciones de Ventilación, ASHRAE) y los conocimientos obtenidos en el rubro de la ventilación mecánica. Además, se empleó la metodología descriptiva y analítica, cuantitativa y aplicada, dado que se utilizó ecuaciones de ingeniería para determinar el diseño y los costos de los equipos.

Palabra clave: ventilación mecánica, extracción de gases, carga eléctrica, reducción de costos.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

REFERENCIAS

- Talla, E.D. (2015). *Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa* Lima, Perú. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4030>
- Meneses, E.I. (2008). *Análisis y diseño para la propuesta de un sistema de ventilación adecuado para fogel de Centroamérica, Guatemala*. [Tesis de titulación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1925_IN.pdf
- Marín, C.A. (2013). *Diseño de un sistema de ventilación mediante el uso CFD*. Quito, Ecuador. [Tesis de titulación, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2486>
- Figueira, D. (2014). *Desarrollo y aplicación de un modelo de costos para toma de decisiones gerenciales de comercialización en empresas manufactureras del sector metalmeccánico en Venezuela*. [Tesis de titulación, Universidad Católica Andrés bello, Caracas, Venezuela]. <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8588.pdf>
- Vasconcelos, M.A. (2007). *Diseño de los sistemas de aire acondicionado y ventilación forzada para el complejo comercial habitacional la encrucijada, Sertenejas, Venezuela*. [Tesis de titulación, Universidad Simón Bolívar, Venezuela]. <https://docplayer.es/7703102->

Universidad-simon-bolivar-decanato-de-estudios-profesionales-coordinacion-de-
ingenieria-mecanica.html

Estrada, M.A. (2017). *Implementación de un sistema de extracción de monóxido, para minimizar el costo energético en el estacionamiento de naranjal de una empresa rubro automotor, año 2016*, Lima, Perú. [Tesis de titulación, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11844?locale-attribute=en>

Torres, M.A. (2014). *Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles*. Lima, Perú. [Tesis de titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5998>.

Rodríguez, V.H. (2010). *Diseño del sistema de control para la ventilación de una mina subterránea usando un controlador AC800M*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Ingeniería, lima, Perú].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3259018>

Pachas Huilca, Willy. (2020). *Diseño e implementación del sistema de extracción de monóxido de carbono en un edificio multifamiliar de lima-2020*. [Tesis de titulación, Universidad nacional del callao]. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6401>

Acosta Gómez, Roberto. (2017). *Concentraciones de monóxido de carbono y su incidencia en la salud del personal que labora en el parqueadero del edificio principal del gad municipal de Ambato*. [Trabajo de Investigación para la obtención del grado de Magister, Universidad técnica de Ambato, ecuador].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25951>

Marcial Valladares, Yampier (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 Republica*. Lima. [Tesis para obtener el Título Profesional, Universidad Tecnológica del Perú].
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2110/Yampier%20Marcial_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

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

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

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

Quinchía Hernández, Rigoberto y Puerta Sepúlveda, Jorge. 1988. Ventilación Industrial.

Medellín: s.n., 1988.

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

ASHRAE Journal, 2001.