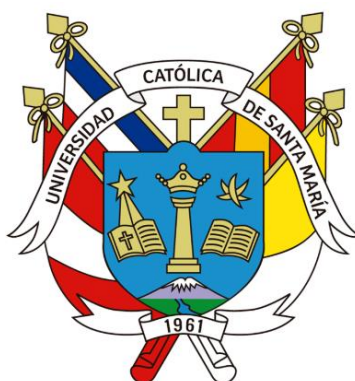


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN
ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO
RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE
SURCO, LIMA – PERÚ 2021**

Tesis presentada por el Bachiller:

Uska Quiroz, Jorge Andrés

para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Asesor:

**Dr. Fernández Barriga, Camilo
Grimaldo**

Arequipa – Perú

2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 22 de Julio del 2022

Dictamen: 006407-C-EPIMMEM-2022

Visto el borrador del expediente 006407, presentado por:

2017203131 - USKA QUIROZ JORGE ANDRÉS

Titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA ? PERÚ 2021

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1828 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**

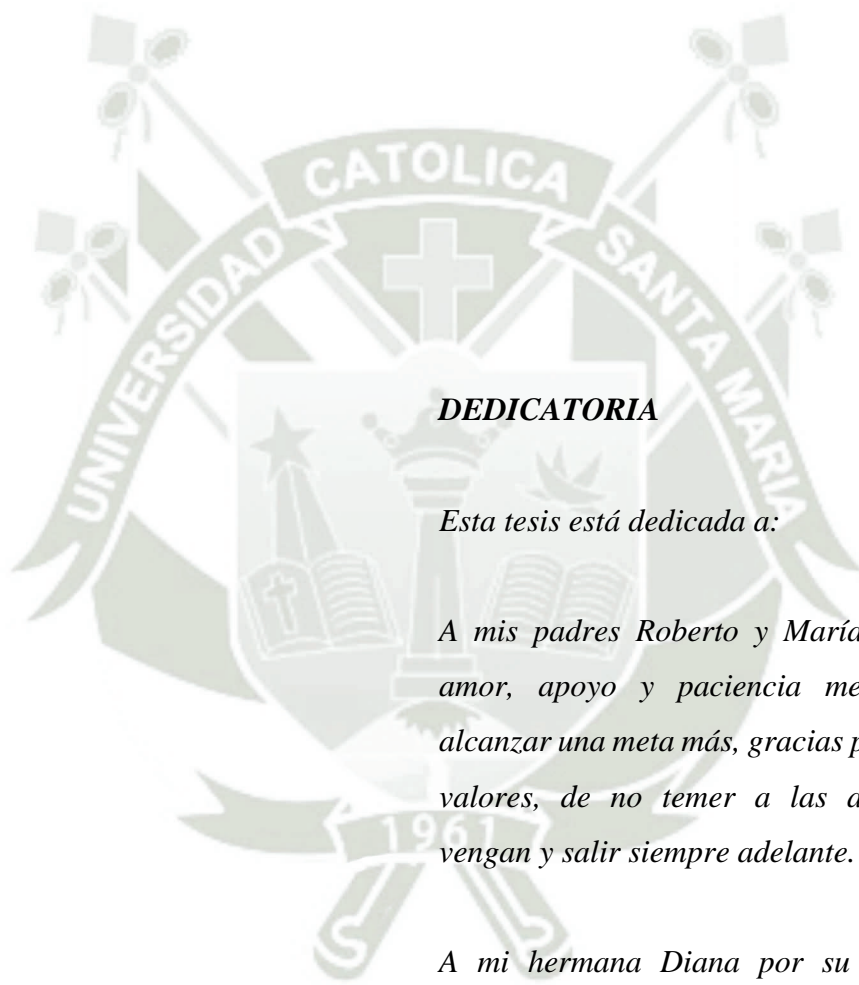


**3040 - VALDEZ LOAIZA JUAN CARLOS
DICTAMINADOR**



**9185 - SIERRA VASQUEZ JULIO RAUL
DICTAMINADOR**





DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Roberto y María quienes con su amor, apoyo y paciencia me han permitido alcanzar una meta más, gracias por inculcarme de valores, de no temer a las adversidades que vengan y salir siempre adelante.

A mi hermana Diana por su cariño y ayuda incondicional. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de ánimo hicieron de mí una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por darme la oportunidad de formarme en esta reconocida universidad.

A mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica, por haberme guiado, por los conocimientos adquiridos que fueron de ayuda en la elaboración de este trabajo para la obtención del título y a lo largo de mi carrera universitaria, por haberme brindado el apoyo para mi crecimiento profesional y desarrollo moral.

A la Universidad Católica de Santa María, por brindarme las oportunidades y enriquecerme en cultura, valores y formación profesional.



RESUMEN

El presente proyecto ha sido desarrollado con la finalidad de eliminar adecuadamente los gases de escape de los vehículos en un Edificio Multifamiliar, evitando que se alcancen concentraciones de monóxido de carbono (CO) que puedan representar riesgos para la salud de las personas. El diseño se concibió para 4 sótanos y un total de 46 puestos de vehículos, un cuarto de bombas, un cuarto de basura y un cuarto de generador. Para la extracción de monóxido se consideró utilizar extractores Hélico Centrífugos por cada piso, de capacidad de 1,5 kW para el sótano Nro. 1 y para el resto de los sótanos e inyectores Hélico Centrífugos de hasta 1,1 kW, ubicados en cada sótano del edificio con la función de desplazar el monóxido desde los puntos de extracción mediante un ducto de mampostería hasta la azotea/techo. El diseño consideró la utilización de Jet Fans, los cuales se encargarán de realizar la impulsión del aire viciado hacia los puntos de extracción. El sistema funciona con sensores de monóxido que se encargan de activar y desactivar el sistema de manera automática, así como un temporizador que se activa cada 5 renovaciones por hora. Para los equipos de las zonas técnicas, se calcularon una serie de ducterías, las cuales inyectarán y extraerán el aire mediante inyectores/extractores axiales e inyectores/extractores centrífugos en línea según los resultados obtenidos de acuerdo a los caudales. Adicional a esto, se calculó un extractor centrífugo de 7600 CFM y un par de inyectores centrífugos, uno de 5035 CFM ubicado en el techo del edificio y de 5200 CFM ubicado en la azotea, encargados de extraer aire viciado en zonas comunes del edificio. Se consideró la instalación de 7 sensores de monóxido de carbono, regulados para poner en operación el sistema, cuando se alcance una concentración de 35 ppm de CO (en 5 min o 3 min). El proyecto tiene un costo de implementación de \$48663,28 y un consumo anual promedio de 42973,93 kW/h.

Palabras clave: Sistema de ventilación, estacionamiento subterráneo, edificaciones, diseño de ventilación.

ABSTRACT

This project has been developed with the purpose of adequately eliminate exhaustive gases from vehicles in a Multifamily Building, preventing concentrations of carbon monoxide (CO) that may represent risks to people's health. The design was conceived for 4 basements and a total of 46 vehicle stalls, a pump room, a garbage room and a generator room. For the extraction of monoxide, it was considered to use Hélico Centrifugal extractors for each floor, with a capacity of 1,5 kW for basement 1 and for the rest of the basements and Hélico Centrifugal injectors of up to 1,1 kW, located in each basement of the building with the purpose of displacing the monoxide from the extraction points through a masonry duct to the roof top. The design considered the use of Jet Fans, which will be responsible for driving the stale air into the extraction points. The system works with monoxide sensors that are responsible for activating and deactivating the system automatically, as well as a timer that is activated every 5 renewals per hour. For the equipment's in the technical areas, a series of ducts were calculated, to inject and extract the air through axial injectors/extractors and in-line centrifugal injectors/extractors according to the results obtained according to the flow rates. In addition to this, a 7600 CFM centrifugal extractor and a pair of centrifugal injectors, one of 5035CFM centrifugal injectors located on the roof of the building and a 5200 CFM located on the roof top were calculated, in charge of extracting stale air in common areas of the building. The installation of 7 carbon monoxide sensors was considered, regulated to put the system into operation, when a concentration of 35 ppm of CO is reached (in 5 min or 3 min). The project has an implementation cost of \$48663,28 and an average annual consumption of energy of 42973,93 kW/h.

Keywords: Ventilation system, underground parking, buildings, ventilation design.

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ABREVIATURAS Y LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
1 MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 ALCANCES.....	5
1.4 LIMITACIONES.....	6
1.5 VARIABLES.....	6
1.6 OBJETIVOS.....	6
1.6.1 Objetivo General.....	6
1.6.2 Objetivos Específicos.....	6
2 MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 ANTECEDENTES.....	8
2.2 MARCO TEÓRICO.....	10
2.2.1 Sistema de ventilación.....	10
2.2.2 Tipos de sistemas de ventilación.....	10
2.2.3 Diseño de sistema de ventilación.....	11
2.2.4 Control de monóxido de carbono.....	12
2.2.5 Ventiladores.....	12
2.2.6 Caudal de ventilación.....	12
2.2.7 Procedimiento de cálculo.....	13
2.2.8 Sistema de ductos.....	14
2.2.9 Flujo laminar y turbulento.....	14
2.2.10 Ecuación de Bernoulli.....	15
2.2.11 Rejillas de extracción.....	15

2.3	METODOLOGÍA	16
3	DISEÑO CONCEPTUAL.....	19
3.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	19
3.1.1	Definición del área de Estudio	19
3.1.2	Normativa	19
3.1.3	Arquitectura	20
3.2	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	23
3.2.1	Delimitación del área de análisis	23
3.2.2	Determinación del Flujo de aire de Ventilación (Procedimiento según ASHRAE)	24
3.3	CÁLCULOS DE OTRAS ÁREAS	28
3.3.1	Cálculos justificativos de ventilación de áreas técnicas	28
3.3.2	Cálculo de ventilación del grupo electrógeno.....	29
4	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	30
4.1	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBO DE ESCAPE DE GRUPO ELECTRÓGENO	30
4.1.1	Cálculo de la pérdida de presión a través del silenciador	30
4.1.2	Cálculo de la pérdida de presión a través del tubo de escape	30
4.1.3	Resumen de cálculo de tubo de escape	31
4.2	LLENADO DEL TANQUE DIARIO.....	32
4.3	CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE VENTILACIÓN VESTÍBULOS PREVIOS DE ESCALERAS DE EVACUACIÓN	32
4.3.1	Cálculo justificativo del volumen de renovación mínima	32
4.4	CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL CAUDAL DE INYECCIÓN EN LA ESCALERA	34
4.5	SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS.....	35
4.5.1	Selección de rejillas de extracción de aire	35
4.5.2	Diseño de ductos	38
4.5.3	Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3	45
4.5.4	Jet fans	52
4.6	DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS EN SÓTANOS	55
4.6.1	Caso Sótano Nro. 4	57
4.6.2	Caso Sótano Nro. 2 y Nro. 3	58
4.6.3	Caso Sótano Nro. 1	60
4.6.4	Azotea y Techo	62
4.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	66
4.7.1	Inyector/ Extractor Centrífugo.....	66

4.7.2	Extractor helicoidal – Monóxido	67
4.7.3	Inyector/extractor hélico-centrífugo (IHC/EHC).....	67
4.7.4	Detector de monóxido de carbono	68
4.7.5	Variadores de frecuencia.....	68
4.7.6	Ductos metálicos	68
4.7.7	Dámper antirretorno.....	69
4.7.8	Dámper de regulación manual	70
4.7.9	Dámper de alivio.....	70
4.7.10	Dámper cortafuego-humo	70
4.7.11	Rejilla de extracción	71
4.7.12	Difusores/rejillas de inyección.....	71
4.7.13	Filtro de aire.....	71
4.8	SISTEMA ELÉCTRICO, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.....	72
4.9	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA VS CONSUMO ELÉCTRICO.....	76
5	ANÁLISIS ECONÓMICO	83
5.1	COSTOS RELACIONADOS CON EL CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS EQUIPOS POR SÓTANO	83
5.2	PRESUPUESTO REFERENCIAL DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL DISEÑO	84
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	87
	REFERENCIA.....	88
	ANEXOS	90
	PLANOS.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 Procedimiento General de Diseño	11
Figura 2.2 Tipos de Flujo	15
Figura 2.3 Procedimiento de la Investigación.....	17
Figura 4.1 Rejilla de Ventilación	35
Figura 4.2 Gráfica selección de Pérdidas de Fricción.....	40
Figura 4.3 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección Circular	41
Figura 4.4 Gráfica selección de Diámetro Circular para Cuarto de Cámara de Bombeo.....	42
Figura 4.5 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección para Cámara de Bombeo.....	43
Figura 4.6 Gráfica selección de Diámetro Circular para Cuarto de Cámara de Bombeo.....	44
Figura 4.7 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección para Cámara de Bombeo.....	45
Figura 4.8 Software de Cálculo de Ductos Mc Quay.....	46
Figura 4.9 Ducto de Cuarto de Bombas	47
Figura 4.10 Ductos de Cámara de Bombeo	48
Figura 4.11 Ductos del Cuarto del Grupo Electrónico.....	49
Figura 4.12 Ductos para la Extracción del Aire	50
Figura 4.13 Ubicación de Jet Fan, Sótanos Nro. 2 y Nro. 3.....	52
Figura 4.14 Persianas de Inyección Extracción de Aire	57
Figura 4.15 Radio de acción del Sensor de Monóxido	58
Figura 4.16 Vista General de Distribución de Equipos de los Sótanos Nro. 2 y Nro. 3 ...	59
Figura 4.17 Cuarto de Basura.....	60
Figura 4.18 Cuarto del Grupo Electrónico	61
Figura 4.19 Disposición de Equipos del Sótano Nro. 1	62
Figura 4.20 Disposición de Equipos en la Azotea	63
Figura 4.21 Detalle en Dámper Barométrico	64
Figura 4.22 Plano Techo	65
Figura 4.23 Circuito Eléctrico de Grupo Electrónico, TC-VGE.....	72

Figura 4.24 Circuito Eléctrico de Cuarto de Bombas y Cuarto de Cámara de Bombeo, TC-VBAS	73
Figura 4.25 Circuito Eléctrico de Cuarto de Basura, TC-VBA	73
Figura 4.26 Circuito Eléctrico del Sótano Nro. 1, TC-S1	74
Figura 4.27 Circuito Eléctrico del Sótano Nro.2, TC-S2.....	75
Figura 4.28 Circuito Eléctrico de los Sótanos Nro. 3 y Nro. 4, TC-S3.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

	<u>Pág.</u>
Tabla 3.1 Departamentos de Interés Social	22
Tabla 3.2 Parámetros de Diseño	26
Tabla 3.3 Cálculos de Caudales	27
Tabla 3.4 Cálculos de Caudales Áreas Técnicas	28
Tabla 3.5 Cálculos de Caudales Grupo Electrógeno	29
Tabla 4.1 Cálculo del Diámetro de Tubería de Escape del Grupo Electrógeno	31
Tabla 4.2 Ventilación de Vestíbulos	33
Tabla 4.3 Ventilación de Escaleras	34
Tabla 4.4 Cálculo del Área Efectiva y Velocidad de Extracción Real	36
Tabla 4.5 Selección de Rejillas de Extracción de Aire	37
Tabla 4.6 Condiciones para el Cálculo de Secciones	39
Tabla 4.7 Cálculo de Ductos por Zonas	51
Tabla 4.8 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para el Sótano Nro. 1 ...	55
Tabla 4.9 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para los Sótanos Nro. 2 y Nro. 3	56
Tabla 4.10 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para el Sótano Nro. 4 ...	56
Tabla 4.11 Capacidades de los Equipos de Ventilación Azotea	63
Tabla 4.12 Capacidades de los Equipos de Ventilación Techo	64
Tabla 4.13 Parámetros de Diseño del Sistema de Extracción de Monóxido	77
Tabla 4.14 Consumo Eléctrico del Sistema de Extracción de Monóxido para un T = 5 min	79
Tabla 4.15 Consumo Eléctrico del Sistema de Extracción de Monóxido para un T = 3 min	80
Tabla 4.16 Parámetros de Diseño para Áreas Técnicas	81
Tabla 4.17 Consumo Eléctrico Anual de Zonas Técnicas	81
Tabla 5.1 Coste Total Anual de la Energía por Año	83
Tabla 5.2 Presupuesto Referencial de Equipos y Accesorios del Diseño	84

ABREVIATURAS Y LISTA DE SÍMBOLOS

Abreviaturas

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ACI	Agua Contra Incendio
AMCA	Air and Sound Performance
AC	Corriente Continua
CFD	Dinámica de Fluidos Computacional
DS	Decreto Supremo
EC	Extractor Centrífugo
EHC	Extractor Hélico Centrífugo
EH	Hélico Centrífugo
IHC	Inyector Hélico Centrífugo
IPXX	Grado de Protección
JF	Jet Fan
MINAM	Ministerio de Ambiente
NPT	Nivel de Piso Terminado
NFPA	National Fire Protection Association
OMS	Organización Mundial de la Salud
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
RR	Razón de Riesgo
RDA	Zonas residenciales de densidad alta
SS. HH	Servicios Higiénicos
TC-VGE	Tablero de Control Grupo Electrónico
TC-VBAS	Tablero de Control Cuarto de Bombas
TC-VBA	Tablero de Control Cuarto de Basura
TC-S1	Tablero de Control Sótano 1
TC-S2	Tablero de Control Sótano 2
TC-S3	Tablero de Control Sótano 3

Lista de Símbolos

A	Área del tubo (m ²)
A _{efec}	Área efectiva (m ²)
A _p	Área total del piso de estacionamiento (m ²)
a	Ancho de vía (m)
B _{pe}	Pérdida de presión, a través del tubo de escape
B _{ps}	Pérdida de presión en el silenciador (mm W.C.)
B _v	Velocidad de gases de escape (m/seg)
CO	Monóxido de carbono
CO _{max}	Monóxido de carbono máximo
CO ₂	Dióxido de Carbono
Deq	Diámetro equivalente del ducto (mm)
D	Diámetro del tubo (m)
E	Emisión de monóxido de carbono promedio
F	Fuerza (N)
G	Generación máxima de Monóxido de carbono
g	Gravedad (m/s ²)
HC	Hidrocarburo
H	Altura del ducto rectangular (mm)
h	Altura del punto respecto a un plano de referencia (m)
L	Longitud total equivalente del tubo recto (m)
NO _x	Óxido de nitrógeno
N	Número de vehículos en operación en la hora de máxima incidencia
N _{vent}	Nro. de ventiladores
PM	Material particulado
P	Presión hidrostática (Pa)
q'	Caudal mínimo de ventilación
Q	Flujo de gases de escape (m ³ /min)
Q _r	Caudal de extracción de rejilla (l/s)
Q _{pa}	Caudal en el punto de análisis (m ³ /s)
r	Retiro (m)

Ren	Número de renovaciones
Rg	Valor de resistencia (mm W.C.)
S	Área de la sección del ducto (m ²)
Svent	Superficie de ventilación (m ²)
t	Tiempo de operación y viaje promedio de un vehículo común
T	Tiempo del temporizador de los sensores de monóxido de carbono
Tm	Temperatura de escape del motor (°C)
Tge	Temperatura del gas de escape (°C)
V	Voltaje (V)
V _{ext}	Velocidad de extracción (m/s)
Vel	Velocidad en el punto de análisis (m/s)
Vind	Velocidad inducida (m/s)
W	Ancho del ducto rectangular (mm)
Y	El ángulo de desviación ideal
φ	Evaluación de la tasa de generación de monóxido
γ	Factor de corrección
ρ	Densidad de aire de la ciudad (kg/m ³)

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire, son uno de los principales elementos de estudio al momento de realizar diseños de estructuras y edificaciones, que consideren sótanos y estacionamientos para los cuales requieran la extracción de monóxido de carbono a fin de salvaguardar a los usuarios de dichas instalaciones.

La creciente demanda del campo automotriz unido al crecimiento poblacional, hacen que el desarrollo de los proyectos habitacionales considere la implementación de sótanos con la finalidad de cubrir las demandas del mercado.

Es por ello que se hace necesario realizar un estudio del diseño de sistema de ventilación para sótanos subterráneos de edificios residenciales, teniendo en cuenta los procedimientos y normas actuales para los cálculos de los mismos.

Este proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un sistema de ventilación mecánica, con el fin de controlar los niveles de monóxido de carbono y de esta manera proteger y salvaguardar la salud integral de los ocupantes dentro del ambiente, por tal motivo se debe suministrar un aire limpio y de calidad.

Para ello, se plantea seguir una serie de normativas tales como el ASHRAE, que determinará los requerimientos mínimos de diseño y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para determinar los parámetros de diseño tales como caudales y número de renovaciones por hora.

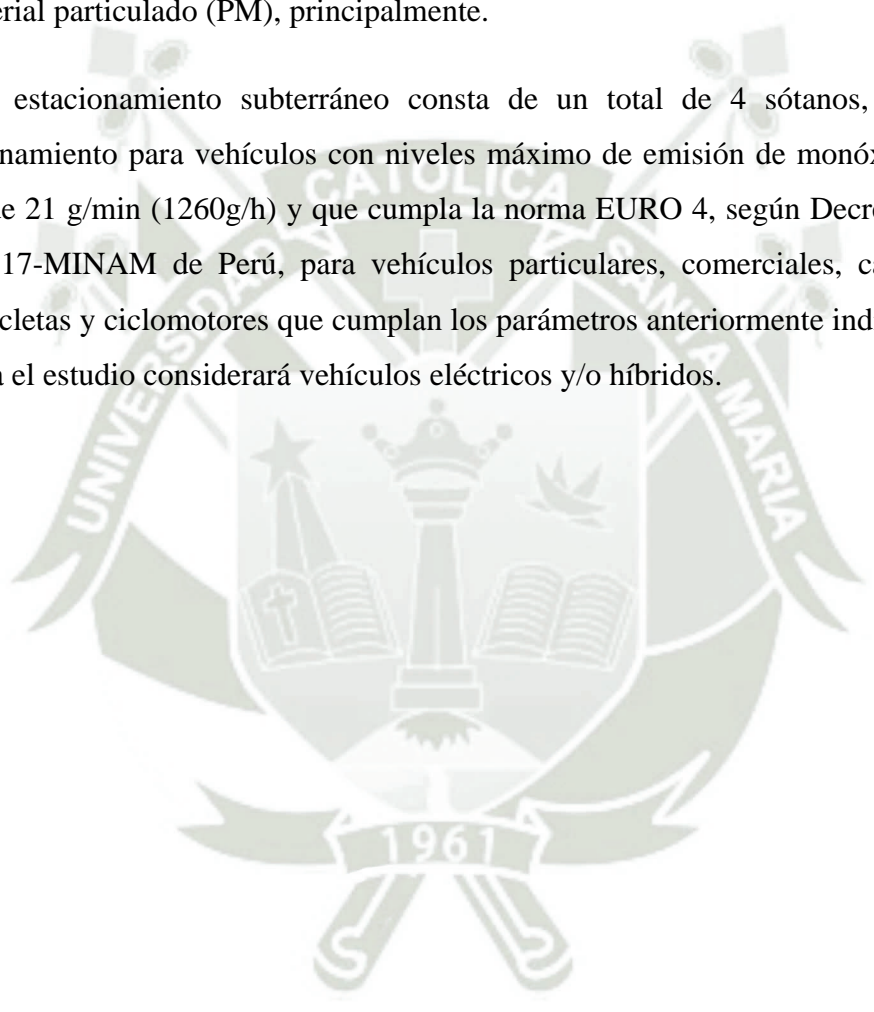
Es importante destacar que el estudio brindará las recomendaciones de diseño para cada uno de los equipos seleccionados, es por ellos que se debe definir el caudal de aire requerido por zona, a fin de diseñar el sistema de ductos que permita extraer e ingresar aire ya sea limpio o viciado a los estacionamientos.

La elección adecuada de los equipos y accesorios debe ser tal, que permitan el correcto funcionamiento del sistema a diseñar.

Por último, los sistemas de ductos deberán estar diseñados teniendo en cuenta las condiciones del área, para lo cual se tendrán que asumir las pérdidas de presión en el recorrido que toman los ductos.

El diseño a proponer debe considerar elementos de inyección y extracción de aire, a fin de que ingrese aire limpio y salga el aire contaminado libre de agentes contaminantes tales como monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC), los óxidos de nitrógeno (NOx), el material particulado (PM), principalmente.

El estacionamiento subterráneo consta de un total de 4 sótanos, 46 puestos de estacionamiento para vehículos con niveles máximo de emisión de monóxido de carbono (CO) de 21 g/min (1260g/h) y que cumpla la norma EURO 4, según Decreto Supremo N° 010-2017-MINAM de Perú, para vehículos particulares, comerciales, camiones, buses, motocicletas y ciclomotores que cumplan los parámetros anteriormente indicados. De igual manera el estudio considerará vehículos eléctricos y/o híbridos.



1 MARCO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel global, la demanda en la adquisición de vehículos sigue siendo alta, a pesar del decremento que viene sufriendo el sector automotriz desde el año 2018 para vehículos comerciales. En 2020, se produjo un total de 56 millones de vehículos en todo el mundo que se consideran nuevos y que producen gases contaminantes como el monóxido de carbono.

La contaminación atmosférica es un verdadero problema mundial, ya que los vehículos emiten altas concentraciones de compuestos y partículas nocivas, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de carbono (CO₂) (Rivera, 2015).

Los vehículos son causantes de un buen porcentaje de los gases de efecto invernadero, aproximadamente un 25%; en España, por ejemplo, son responsables del 15% del uso de energía del 66% de emisión de los óxidos de nitrógeno (NO_x), el contaminante atmosférico más dañino para el humano. La concentración de estos gases en espacios confinados, tales como estacionamientos y recintos subterráneos, debe ser tratado de tal manera, que no genere daños en la salud de los usuarios y el impacto de liberación de dichos gases a la atmosfera, no genere situaciones de riesgo al entorno. (Durán & Payares, 2018)

La información disponible para Latinoamérica señala que ciudades como Bogotá, Río de Janeiro, México o Lima, están entre las ciudades más congestionadas del mundo, a la altura de ciudades como Bombay y Bangkok en Asia y muy por delante de las ciudades más congestionadas de Estados Unidos (Los Ángeles) y la Unión Europea (Dublín). (Calatayud & Al, 2021)

Esta congestión urbana está estrechamente ligada con la disponibilidad de parqueo de los automóviles, generándose cientos de estacionamientos funcionales para cubrir con la demanda (Calatayud & Al, 2021). En los últimos años, el aumento en la demanda de la adquisición de vehículos en el Perú se ha incrementado notoriamente, lo que conlleva la construcción de nuevas zonas de parqueo vehicular (Centurión, 2016).

Los proyectos multifamiliares tienen consigo el diseño adecuado de espacios para cubrir dicha demanda de parqueo vehicular, ofertando en sus diseños puestos de estacionamientos

asignados según el tipo de departamento o según las necesidades de los propietarios (Durán & Payares, 2018).

Actualmente las empresas constructoras de edificios multifamiliares, en colaboración con el departamento de diseño, tiene la ardua tarea de seleccionar y diseñar el tipo de recinto de parqueo adecuado para cada uno de sus proyectos, siendo los estacionamientos subterráneos una de las principales alternativas de solución para dicha problemática.

Al ser del tipo subterráneo, la calidad del aire en los estacionamientos se ve comprometida, ya que, al ser un recinto cerrado con ventilación limitada, recibe altas cantidades de monóxido de carbono y cualquier otro tipo de gases contaminantes que generen los automóviles, motivo por el cual se debe generar una estrategia para extraer dichos gases y generar una circulación de aire que garantice la calidad del mismo. (Torres, 2014)

En los estacionamientos subterráneos de varias plantas, no es posible proporcionar una conexión con el entorno exterior para eliminar rápidamente el aire contaminado. Por ello, en los garajes subterráneos de cualquier tipo de edificio se debe prever un sistema de ventilación. (Marcial, 2019)

El objetivo principal de este estudio es proponer el diseño de un sistema de ventilación para un aparcamiento subterráneo de cuatro plantas de un edificio residencial con un total de 46 plazas de aparcamiento, con el fin de garantizar una buena calidad del aire en el aparcamiento subterráneo, para lo cual es importante determinar el caudal de aire óptimo para mantener el monóxido de carbono dentro de los límites inofensivos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Al momento de diseñar e implementar estacionamientos subterráneos, una de las principales variables de estudio es la calidad del aire. La ventilación o renovación de aire, ya sea del tipo natural o no, es un proceso que reemplaza gradualmente el aire contaminado o viciado por aire nuevo y fresco, es por ello que es de vital importancia para evitar problemas de salud. (Durán & Payares, 2018)

La reducción y gestión adecuada de los contaminantes del aire interior es uno de los principales objetivos de los mecanismos de ventilación, ya que evita la emisión y/o liberación de determinadas sustancias nocivas en el entorno receptor. Para ello, pretenden

proporcionar un aire exterior con características adecuadas para una buena calidad del aire interior. (Torres, 2014)

En cuanto a lo teórico, la investigación permite revisar una serie de documentos y teorías que son necesarias para el diseño de un sistema de ventilación en estacionamientos, lo cual fundamentará los cálculos a realizar para dimensionar dicho sistema.

Para el caso de lo práctico, el diseño de un sistema de renovación de aire, permite dimensionar de manera adecuada el sistema, estableciendo criterios de optimización de energía, monitoreo de niveles de monóxido y cualquier otro tipo de elemento que permita un funcionamiento óptimo del sistema a diseñar.

En cuanto al punto de vista metodológico, al ser un diseño que se apoya en el método científico, la misma cumple con los parámetros solicitados por la universidad y será supervisado por expertos en el área. Se establecen objetivos, se plantean hipótesis, se describen las variables y se procede al procesamiento de las mismas con el fin de dar una alternativa de solución al problema planteado.

Con respecto al enfoque social, este diseño asegurará un tratamiento de aire adecuando en los sótanos y/o estacionamientos subterráneos de un edificio multifamiliar, lo cual deriva una responsabilidad ambiental, al disminuir los niveles de monóxido de carbono de manera controlada.

1.3 ALCANCES

El alcance del diseño está enfocado en analizar y plantear un diseño al sistema de ventilación de un estacionamiento subterráneo de un edificio multifamiliar, con el fin de brindar una alternativa de solución.

Para ello, se empleará un estudio del tipo descriptivo, con la finalidad de especificar propiedades, establecer las características y rasgos más importantes del sistema a desarrollar, para mostrar con precisión su dimensionamiento; se deben identificar los fenómenos, objetos y sujetos involucrados para así poder definir las variables a medir, recolectar los datos y concluir sobre el tema. De igual manera, se utilizará el método cuantitativo para la recolección y análisis de datos. (Hernández & Mendoza, 2018)

Este proyecto se centra en el diseño técnico, pero no en su aplicación e implantación. El diseño del sistema está destinado a la extracción de gases de monóxido de carbono y subproductos, no a la eliminación del humo de los incendios, donde sólo contribuye a la reducción de la contaminación por humo en el medio ambiente.

1.4 LIMITACIONES

Se empleará la información establecida en la norma técnica EM 30, referida a las instalaciones de ventilación del reglamento nacional de edificaciones, con actualización en fecha 20 de septiembre de 2020, por lo que este proyecto planteará una alternativa de solución en base a normas ahí planteadas.

Los estudios sobre la exposición a gases tóxicos son muy básicos, así como los datos de concentración máxima permitida para el caso del monóxido de carbono, por lo que los márgenes a utilizar serán los más perjudiciales para la salud.

El proyecto está enfocado en el diseño del sistema de ventilación. Se tomarán la información existente en planos para el desarrollo de la propuesta, motivo por el cual se consideran los mismos como versiones finales y revisadas.

1.5 VARIABLES

Univariable: sistema de ventilación.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de ventilación para el estacionamiento subterráneo de un edificio multifamiliar ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Lima – Perú.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Analizar las características generales de los diferentes niveles del estacionamiento subterráneo, a fin de seleccionar y ubicar los posibles equipos a implementar en el diseño.
- Determinar el caudal óptimo de flujo de aire necesario para que la concentración de monóxido de carbono este por debajo del nivel permisible indicado por la norma.

- Plantear el diseño del sistema de ventilación, ubicando los puntos óptimos que permitan el eficiente intercambio de aire puro y contaminado.



2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En cuanto a los antecedentes internacionales se tuvo de referencia a Epalza y Gutiérrez (2019) en la Universidad de Santo Tomás, Villavicencio, Colombia. El objetivo de su trabajo era analizar el riesgo de exposición al carbono mediante factores de isoconcentración y mapas en el entorno mencionado. Su trabajo se basó en una metodología cuantitativa y los datos se recogieron de forma continua y automática durante dos meses utilizando un equipo autocalibrador. Con esta información, crearon una base de datos y determinaron los valores de la razón de riesgo (RR) mediante métodos estadísticos. También elaboraron mapas de isoconcentración para el monóxido de carbono utilizando el software ArcGis 10.2.2. Los resultados de las exposiciones de los empleados en los aparcamientos cerrados de dos centros comerciales de Villavicencio muestran que el valor de RC para el sótano Nro. 1 del primer centro comercial es aceptable (30%) según los límites de exposición de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y crítico según los estándares de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ya que los supera en 87 ppm; para el sótano Nro. 2 de este centro comercial y el único sótano del segundo centro comercial, el valor de RC se consideró aceptable, ya que estaba dentro de los parámetros permitidos por las dos organizaciones.

Zhenpeng et al. (2019), El objetivo general era mejorar la eficacia de la ventilación en los túneles públicos mediante un sistema de chorro de ventilación. Se investigaron varios túneles de transporte público. Metodológicamente, comprendía un enfoque cuantitativo, un nivel descriptivo-explicativo y un diseño experimental. Los modelos de turbulencia de fluidos 14.0 y K-E se aplicaron para investigar la eficacia de la ventilación de un sistema de ventilador de chorro recirculante. Los resultados mostraron que la velocidad del aire en la zona de fuego ascendente era mayor que en la zona de fuego descendente, y que el ángulo de desviación del sistema de chorro tenía una influencia positiva en la velocidad y la distribución de la temperatura en los túneles de servicios urbanos. El ángulo de desviación ideal era $Y=12^\circ$ cerca de la zona del incendio.

Kmecová et al. (2019) en este estudio, el objetivo era diseñar un sistema de ventilación por chorro de agua para un aparcamiento subterráneo y la metodología utilizada sigue un enfoque cuantitativo, descriptivo y experimental del diseño. Se utilizó la teoría de la dinámica de fluidos computacional (CFD) para evitar errores de cálculo, visualizar el

comportamiento del flujo y comparar las opciones de diseño. Además, se utilizaron una hoja de observación y un protocolo de medición como herramientas de recogida de datos. Se llevaron a cabo dos procedimientos experimentales: el primero consistió en colocar conductos de extracción en ambas partes del aparcamiento y hacer funcionar un sistema de ventilación con un ventilador de chorro en los respectivos conductos con una frecuencia de intercambio de aire de 10 veces por hora. En el segundo caso, se colocaron dos conductos de escape en el lado opuesto de la entrada de aire principal y la frecuencia de intercambio de aire fue de 15 veces por hora. Los resultados del estudio mostraron que la colocación correcta de los componentes del sistema de ventilación por chorro es importante para el funcionamiento eficaz de los ventiladores contra incendios y, en consecuencia, para la purificación óptima del aire en la zona.

En el ámbito Nacional se tuvo a Marcial (2019) decidió desarrollar un sistema de ventilación mecánica en el aparcamiento subterráneo de los sótanos N°1, N°2, N°3 y N°4 del edificio de la Escuela Nacional de Control de la Contraloría General para controlar y garantizar la calidad del aire limpio. Para ello, se utilizó una metodología explicativa y descriptiva, un diseño no experimental y transversal. Sin embargo, la metodología de investigación adoptada por la autora fue analítica, ya que analizó detalladamente cada una de las variables para proponer una solución viable al problema planteado. Los registros se utilizaron como herramienta principal. Además de una matriz para definir el problema, se eligió un sistema de ventilación mixto. Los resultados mostraron que la concentración diaria de monóxido de carbono se situaba en torno a las 12000 ppm, lo que es muy poco saludable. Tras la ejecución del proyecto, este valor se redujo a 25 ppm. También es importante señalar que los conductos de extracción y de aire fresco se han colocado estratégicamente (los primeros en los laterales y los segundos en el centro) para reducir el consumo de energía y descontaminar el entorno de forma óptima.

Capcha (2019) quería desarrollar un sistema de eliminación de monóxido de carbono como parte de su proyecto de mejora de la ventilación en el aparcamiento subterráneo del centro comercial La Rambla San Borja. Desde el punto de vista metodológico, se trata de un estudio de aplicación más que de un estudio piloto, ya que se centra en el diseño más que en la aplicación. A partir de los resultados de las mediciones de campo de los sistemas de extracción y de las rejillas de extracción in situ resultantes, se hizo necesario revisar el diseño del sistema de eliminación de monóxido de carbono en el aparcamiento del centro comercial La Rambla San Borja para que cumpliera con las normas nacionales e internacionales como

la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) y los códigos de construcción nacionales.

Finalmente se tuvo a Salazar (2018) cuyo cometido era diseñar un sistema de ventilación mecánica para un aparcamiento subterráneo de tres niveles conectado a un edificio de viviendas. Metodológicamente, se aplicó un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental. Por ello, se desarrollaron tres sistemas independientes para cada planta del aparcamiento. Así, no es necesario ventilar todo el aparcamiento si se supera la concentración permitida en una parte del mismo. El sistema de ventilación desarrollado garantiza la eliminación del aire contaminado del aparcamiento de cada planta cuando la concentración de monóxido de carbono supera las 25 ppm, lo que garantiza la calidad del aire interior. El caudal de ventilación es de 979,69 l/s para la primera planta del sótano, 1175,62 l/s para la segunda planta del sótano y 1175,62 l/s para la tercera planta del sótano.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Sistema de ventilación

Por lo tanto, es necesario definir los componentes básicos de un sistema de ventilación. La ventilación es un método para sustituir el aire interior considerado desagradable por las impurezas, la temperatura y la humedad excesivas por el aire exterior que tiene mejores condiciones; sus principales funciones son suministrar el oxígeno necesario para la respiración, controlar la temperatura y la humedad y promover unas condiciones confortables para todos los beneficiarios, ya sean las instalaciones o las personas que utilizan directamente los locales. (Ureta, 2019)

2.2.2 Tipos de sistemas de ventilación

Entre los tipos de ventilación puede considerarse los siguientes:

- Ventilación por sobre presión: Se realiza forzando el aire en el espacio, creando una sobrepresión en el espacio en comparación con la atmósfera y descargando el aire a través de las aberturas previstas para ello (Ureta, 2019).
- Ventilación por depresión: Se consigue colocando un ventilador de forma que extraiga el aire de la habitación y cree una presión negativa respecto a la presión atmosférica (Ureta, 2019).
- Ventilación ambiental o general: Este tipo de ventilación hace circular el aire dentro de la instalación antes de que llegue a la salida; la principal ventaja de la

ventilación externa es que, si hay una fuente de contaminantes en el aire en las inmediaciones de la instalación, los gases producidos se propagarán por toda la zona ocupada, lo que puede afectar a la salud de los usuarios. (Ureta, 2019)

- Ventilación localizada: El aire contaminado queda atrapado en la zona donde se genera para que no pueda propagarse. Esto se consigue encendiendo la campana extractora, que reduce la fuente de contaminación al dirigir el flujo filtrado hacia el exterior (Ureta, 2019).

2.2.3 Diseño de sistema de ventilación

En los garajes subterráneos, debido a la falta de suministro de aire natural y de escape, hay que utilizar sistemas de ventilación mecánica a fin de disminuir el impacto ambiental. Por lo tanto, es imprescindible fijar un esquema de actuación para el diseño del sistema. (Ramirez, 2019) El diseño del sistema puede dividirse en pasos como se puede observar en la figura 2.1.



Figura 2.1 Procedimiento General de Diseño

Fuente: Extraído de Marcial (2019)

- Determine el tipo de sistema de ventilación.
- Conocer el caudal de aire necesario para mantener la concentración de contaminantes por debajo del límite permitido.
- Diseñar el sistema de conductos.
- Seleccione el equipo para operar el sistema.
- Diseñar el sistema eléctrico para el funcionamiento del equipo.

2.2.4 Control de monóxido de carbono

La polución en los aparcamientos durante las horas de trabajo y de tráfico es tal que las concentraciones alcanzan niveles extremadamente peligrosos, por lo que el control de estas concentraciones o de los indicadores de concentración es esencial para este trabajo. Cuanto mayor es el número de aparatos instalados en un proyecto, mayor es el consumo de energía, mientras que el control de niveles permite un ahorro considerable en la estructura eléctrica para el mismo número de aparatos. (Moreira, 2021)

2.2.5 Ventiladores

La extracción de aire mediante un circuito de ventilación o escape exige energía mecánica para compensar las pérdidas de presión en el sistema. Dicha energía puede proceder de la convección natural o de la flotación. No obstante, la mayor parte de los sistemas precisan de dispositivos que muevan el aire, como los ventiladores. El comportamiento de los ventiladores se fundamenta en la transmisión de energía mecánica al aire por medio de un rodete que gira a gran velocidad, lo que aumenta la energía cinética del aire, parte de la cual se convierte en presión estática. (Moreira, 2021)

Básicamente, pueden distinguirse dos categorías principales: ventiladores axiales y ventiladores centrífugos. Esta máquina industrial, un ventilador, es un dispositivo que gira para mover un fluido, que bien puede ser aire o gas. También puede aplicarse el concepto de que se trata de una turbomáquina, lo que significa que la energía cinética necesaria para vencer la presión es opuesta a la dirección del fluido y considera deseable un flujo constante para su funcionamiento. (Moreira, 2021)

El diseño del ventilador consiste básicamente en un motor eléctrico con diversas adaptaciones necesarias para su funcionamiento, dependiendo de su finalidad: arrancador para el encendido, regulador de velocidad, inversión de polaridad, entre otros; y un alternador conectado al eje a través del cual se transmite la potencia. Esta hélice está dotada de palas, en el caso del tipo centrífugo, estas también pueden ser palas perfiladas y en el número necesario, en el caso del tipo axial. (Moreira, 2021)

2.2.6 Caudal de ventilación

Es necesario definir claramente los conceptos mencionados en relación con el movimiento del aire, de modo que pueda definirse como un fluido de aire en movimiento

que corrige o mantiene las condiciones ambientales en las que la contaminación puede ser aceptable o tolerada; también puede servir para eliminar olores inaceptables, reducir las temperaturas y prevenir posibles problemas en caso de accidente. La norma UNE 100-196 fija que el cálculo del líquido atmosférico es sólo para dispersar el monóxido de carbono en condiciones aceptables, ya que, si hay que controlar otro tipo de contaminación, se puede hacer sin problemas, ya que el monóxido de carbono es el que más peligro tiene en el ambiente. (Marcial, 2019)

2.2.6.1 Renovación de aire

Los organismos internacionales de diferentes países que establecen normas y recomendaciones para los sistemas de ventilación especifican el cambio total de aire por hora. El criterio más importante es únicamente el volumen de espacio, en este caso el del aparcamiento. Esto no tiene en cuenta valores y características importantes, variables físicas como el tipo de edificio. (Venegas, 2018)

2.2.7 Procedimiento de cálculo

Hay tres formas de obtener el caudal de aire necesario del aparcamiento: el caudal de aire adecuado, la renovación del aire y el método favorecido por la ASHRAE.

2.2.7.1 Caudal de aire acondicionado

Cada país tiene su propia normativa, por lo que es aconsejable establecer un caudal de aire específico por unidad de superficie o por número de vehículos que pueden aparcarse en el garaje. Los valores indicados no se han creado a partir de cero, sino que se derivan de varias pruebas realizadas en distintos aparcamientos en diferentes circunstancias. Los factores y parámetros relevantes no tienen en cuenta variables físicas como el tipo de edificio. Sólo es necesario determinar la superficie total o el número de vehículos que pueden entrar en el aparcamiento. Esto hace que muchos diseños y cálculos se sobreestimen, lo que da lugar a costes elevados para instalaciones de gran capacidad.

2.2.7.2 Procedimiento según ASHRAE

Los cálculos presentados se basan en los datos de diversas pruebas, como los análisis científicos. También determina un principio de diseño que permite regular el flujo de aire a un nivel aceptable para las personas que trabajan en garajes cerrados (Venegas, 2018). Este diseño toma en cuenta lo siguiente:

- Determina una concentración admisible de monóxido de carbono.
- La afluencia máxima de vehículos en momentos puntuales.

- Funcionamiento y desplazamiento de los vehículos en un periodo de tiempo definido.
- Índices de difusión de vehículos para diferentes operaciones.

2.2.8 Sistema de ductos

En el caso del suministro de aire hacia y desde un espacio, la idea básica es conectar el sistema de inyección o escape en este caso a un sistema de conductos o canales para dirigir el fluido a puntos específicos del espacio que garanticen la entrada y salida regular. El fluido es un gas inerte y sólo puede ponerse en movimiento por la acción de un ventilador que lo atraiga o lo expulse, pero si encuentra resistencia, cambios de dirección y otros obstáculos en su camino, puede salir. (Venegas, 2018) Para crear un sistema de ventilación general adecuado hay que tener en cuenta los siguientes detalles:

- Espacio disponible
- Distribución de fluidos
- Escaleras de tono
- Sistemas de ventilación
- Seguridad contra incendios
- Coste de ejecución del proyecto
- Costes de explotación del proyecto

2.2.9 Flujo laminar y turbulento

Hay dos tipos de movimiento de fluidos en un canal: el flujo laminar y el flujo turbulento. El flujo laminar es el desplazamiento de un fluido en el que las partículas individuales están dispuestas en una secuencia casi exacta, de modo que, si se observa con atención, no se superponen en ningún punto. Si observamos detenidamente la forma del comportamiento del fluido en este supuesto, las velocidades en los puntos más centrales del canal son mayores que en las paredes del mismo, donde la velocidad se hace casi nula en función de la distancia recorrida; es aquí donde se crea el conocido perfil de velocidad en el canal. (Vargas, 2020)

En la figura 2.2 podemos observar dos tipos de flujo, laminar y turbulento. En el flujo turbulento, se produce una adaptación al desplazamiento desordenado de las partículas, que además se cruzan, a veces en sentidos opuestos a su movimiento normal. Cuando se observa

cada punto o varios puntos de la trayectoria, la velocidad no es la misma que en el flujo laminar. (Vargas, 2020)

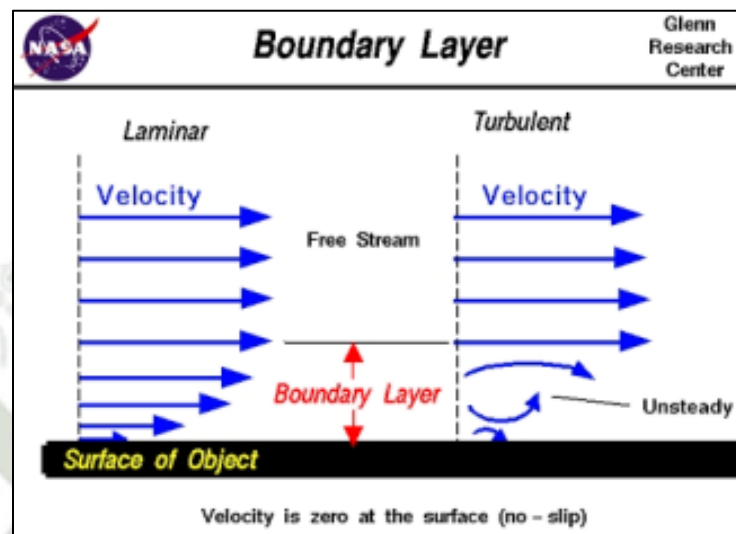


Figura 2.2 Tipos de Flujo

Fuente: Extraído de Marcial (2019)

2.2.10 Ecuación de Bernoulli

Esto se deduce de la teoría de la conservación de la energía en cualquier punto. Si disponemos y evaluamos 2 puntos entre 1 y 2 dentro de un canal ideal sin fricción en el que el fluido se mueve sin compresión, entonces se pueden satisfacer las siguientes afirmaciones:

$$\frac{\rho \cdot v_1^2}{2} + p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 = \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} + p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 \quad (2.1)$$

Dónde:

p = Presión hidrostática (Pa)

g = Gravedad (m/s²)

h = Altura del punto respecto a un plano de referencia (m)

2.2.11 Rejillas de extracción

Después de determinar el caudal de aire que debe generar cada rejilla de escape y las velocidades que deben caracterizar estos accesorios, se procede a la elección de cada rejilla. Una vez más, es importante elegir el tipo de rejilla que dará el mejor rendimiento en función del sistema. Si es necesario, se puede seleccionar la misma rejilla para la extracción y la inyección. Existen diferentes clases de rejillas, pero las más frecuentes y solicitadas son las

rejillas de lamas orientables, que tienen un diseño propio y ofrecen un amplio abanico de posibilidades de regulación. (Mayna, 2018)

Este tipo de rejillas con lamas ajustables y móviles se utilizan para la entrada y salida de aire. Las aspas pueden orientarse en cualquier dirección, lo que da lugar a un valor específico para el caudal y la dirección en la que debe fluir el aire para una ventilación adecuada. Ahora también existen rejillas de doble deflexión que, como su nombre indica, tienen dos lamas y pueden dirigir el aire en dos planos según sea necesario. Como se ha descrito anteriormente, pueden ser aletas fijas o móviles de diferentes formas. (Mayna, 2018)

2.3 METODOLOGÍA

El presente diseño va a ser desde un enfoque cuantitativo. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) el objetivo será el establecimiento de una serie de conductas y la de probar de teorías; esto quiere decir que por medio de recolección de ciertos datos el que hará el diseño, analizará la veracidad de hipótesis desde la orientación de un contexto específico o tributar evidencia respecto de la directriz de lo que se diseña, en el cual se basará en medida de forma estadística y numérica.

Este diseño es de tipo aplicada de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) porque busca hallar nuevos conocimientos, así como también aplicar un caudal de conocimientos científicos que fueron obtenidos durante el estudio de la carrera.

El diseño de estudio es no experimental, desde una perspectiva de corte transversal, en el cual no se utilizará a las variables para manipularlas en el diseño, por ende, solo se diseñará el sistema de ventilación, pero no se analizará la construcción de la misma.

Asimismo, se presenta en la figura 2.3 el proceso a seguir para llevar a cabo la investigación, el cual muestra los puntos importantes para lograr crear un diseño adecuado de ventilación.

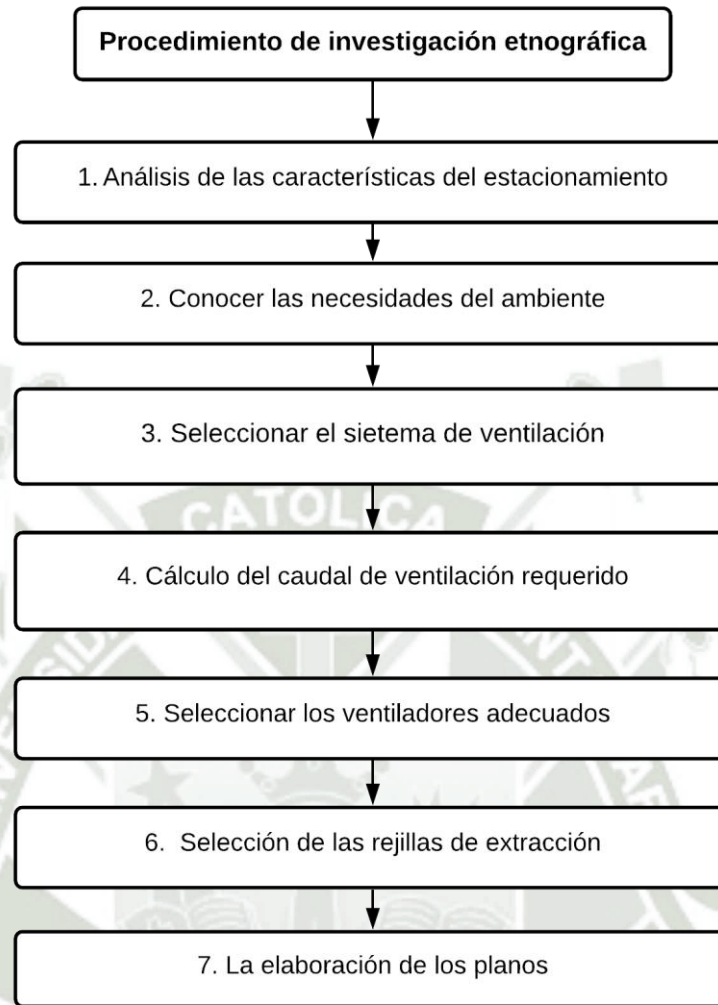


Figura 2.3 Procedimiento de la Investigación

Fuente: Elaboración propia

La población es el conjunto de unidades de análisis (objetos, procesos o personas) de los cuales se extraerán los datos pertinentes para el diseño (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & y Romero, 2018). En este caso está compuesto por el edificio residencial ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Lima – Perú 2021.

Para el caso de la muestra, es un conjunto de la población la cual será analizada para responder a las preguntas del diseño y sirven de representación de la población (Hernández & Mendoza, 2018). La muestra entonces estará conformada por las características y requerimientos específicos del edificio residencial ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Lima – Perú 2021.

Como técnica se utilizará la observación, la cual se enfoca en ver y analizar el comportamiento de las variables a través de fuentes secundarias (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & y Romero, 2018). Los datos se recabarán utilizando una ficha de observación, la cual es un instrumento sencillo que permite la selección de criterios para ser tomados en cuenta por el individuo encargado de realizar el análisis (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & y Romero, 2018).

Por otro lado, existen muchos programas que permiten trabajar con datos de diseños para poder tabularlos y analizarlos. El programa usado para este diseño es Microsoft Excel, el cual permite a través de sus hojas de cálculos poder contabilizar la frecuencia de las apariciones de los problemas encontrados en la empresa analizada.



3 DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Definición del área de Estudio

La propuesta considera realizar el estudio a un edificio residencial, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Urbanización Residencial La Castellana, Provincia y Departamento de Lima. El proyecto se plantea dentro de los lineamientos del Decreto Supremo N°002-2020-Vivenda (El Peruano, 2020), que aprueba la modificación del Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación, aprobado por Decreto Supremo N°010-2018-Vivienda modificado por Decreto Supremo N°012-2019-Vivienda, que se acoge al DS 002-2020 vivienda y a la opinión vinculante sobre la situación jurídica de títulos habilitantes antes de la entrada en vigencia de la ordenanza N°2361-221-MML:

Oficio N°354-2021-VIVIENDA/VMVU-DGPRVU: *“...los certificados de zonificación y vías, los certificados de parámetros urbanísticos y edificatorios, los procedimientos administrativos iniciados antes de la entrada en vigencia de la ordenanza, los dictámenes de las comisiones técnicas que aprueban anteproyectos en consulta y proyectos, las licencias de habilitación urbana y de edificaciones, los informes técnicos de los revisores urbanos, las resoluciones de recepción de obras, las conformidades de obras y declaratoria de edificación, así como otros actos administrativos emitidos con anterioridad a la vigencia de la ordenanza gozan de la protección del principio de seguridad jurídica y no pueden ser alterados por su entrada en vigencia, en virtud al principio de irretroactividad de la ley...”*. (Ramírez Corzo, 2021)

El proyecto se desarrolla en un terreno de 601,31 m², teniendo un área techada total de 8117,89 m² y un área libre de 290,12 m² (48,25%). El edificio consta de 04 Sótanos, con Cisternas y Cuarto de Bombas, una torre de viviendas de 20 niveles más azotea (área privada y común).

3.1.2 Normativa

El proyecto se plantea dentro de los lineamientos del Decreto Supremo N°002-2020-Vivienda, que aprueba la modificación del Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación, aprobado por Decreto Supremo N°010-2018-Vivienda modificado por Decreto Supremo N°012-2019-Vivienda (El Peruano, 2020).

Según el Art. 10, Ítem 10.4 del DS-002-2020, la altura máxima para edificios multifamiliares en zonas residenciales de densidad alta (RDA), aplicándose a sección vial; es de $1,5(a+r)$, ancho de vía (a) y retiro (r).

Ancho de vía ingreso: 30,00 ml

Altura máxima: $1,5 \cdot (30 + 2 \cdot 5) = 60$ ml

Dando como resultado una altura máxima de 60,00 ml.

El proyecto presenta una altura de 54,70 ml, medidos desde el nivel de vereda hasta el parapeto que presenta la azotea, distribuyéndose en los 20 pisos + azotea.

El área libre del proyecto es de 290,12 m², lo cual corresponde al 48,25% del área de terreno, según DS-10-2018, Art. 10, Ítem 10.3 el área libre debe cumplir: *“En los edificios multifamiliares, el área dentro del lote es de treinta por ciento (30%) ...”*.

3.1.3 Arquitectura

En el primer nivel, en el área de retiro se encuentra un pequeño jardín para separar los accesos al edificio (peatonal y vehicular), además de brindarse como preámbulo para el área comercial del proyecto, éste se encuentra hacia el lado izquierdo del ingreso al edificio.

El proyecto cuenta con un ingreso principal, el cual se accede mediante una rampa que parte desde el nivel $\pm 0,00$ hasta el nivel del Lobby en + 0,25, a través de este se puede acceder al Hall de Ascensores, escaleras de evacuación 01 y 02, área común 01 (SUM), el departamento 101 (con terraza) y seguir hasta llegar al patio interno del proyecto, el cual cuenta con un amplio jardín, juegos infantiles, área común 02 (terraza) y espacios de servicio (cl. de limpieza, SS.HH. de personal y SS.HH. de visita), además de contar con una zona para estacionamiento de bicicletas que contempla el espacio para 28 bicicletas.

La escalera de evacuación N°1 (viviendas) y la escalera de evacuación N°2 (sótanos) llegan al primer nivel.

Los estacionamientos se disponen en cuatro niveles de sótanos, al primer sótano se accede mediante una rampa vehicular cuya pendiente es de 15,00%, luego una rampa de 15,00% para llegar a un medio nivel y finalizar con otra rampa de 15,00% hasta llegar al segundo sótano, esta configuración se repite hasta llegar al sótano Nro. 4 y último, en el cual

habrá una rampa extra de 6,67% para darle altura a dicho tramo y solucionar los equipos mecánicos. En el último sótano se encuentra ubicado el cuarto de bombas, incluido un vestíbulo previo, y las cisternas de ACI – Agua Domestica.

El proyecto cuenta con 46 estacionamientos para autos distribuidos en los cuatro niveles de sótanos y con 28 estacionamientos para bicicletas en el primer nivel, cumpliendo con el Art. 09, Ítem 9.2, según DS-012-2019-Vivienda: *“se requiere como mínimo 01 estacionamiento por cada 03 unidades de viviendas ...deben contemplar estacionamientos para bicicletas correspondientes a un 5% sobre el área neta prevista para estacionamiento vehicular...”*.

Con respecto al cuarto de basura, el proyecto cuenta con 01 cuarto en el primer sótano, para facilitar el acceso y la evacuación de los residuos sólidos para todo el conjunto residencial.

3.1.3.1 Departamentos

El edificio cuenta con 77 departamentos en total distribuidos en la torre de vivienda. La circulación vertical consta de 02 ascensores. 02 escalera de evacuación, una que une todos los sótanos de estacionamiento y otra que une todos los niveles de vivienda. Se considera que todos los departamentos están correctamente dotados de iluminación y ventilación hacia el frente de la calle o hacia los pozos de luz interiores.

Según DS-002-2020-VIVIENDA, Art. 9, Ítem 9.3: *“El proyecto debe desarrollar no menos del 50% de área techada exclusivamente para vivienda de interés social para acogerse a lo establecido en el presente reglamento”*.

Por lo tanto, en la tabla 3.1 se muestra los departamentos de interés social, lo cual se define la cantidad, tipo, área y número de departamento. Así obteniendo los 77 departamentos y con un área total de 5163,45 m².

Tabla 3.1 Departamentos de Interés Social

Departamentos de Interés Social					
Tipo	Numeración	Área Interés Social	Área NO Interés Social	Cantidad	Total (m ²)
	COMERCIO		60,71		60,71
FLAT	103	40,00		1	40,00
FLAT	201-301-401-501-601- 701-801-901-1001-1101- 1201-1301-1401		81,34	13	81,34
FLAT	202-302-4020-502-602- 702-802-902-1002-1102- 1202-1302-1402		73,17	13	73,17
FLAT	203	54,65		1	54,65
FLAT	204	62,92		1	62,92
FLAT	303-403-503-603	54,05		4	54,05
FLAT	304-404-504-604	62,32		4	62,32
FLAT	703-803-903-1003-1103- 1203-1303-1403-1503- 1603-1703-1803-1903	54,05		13	54,05
FLAT	704-804-904-1004-1104- 1204-1304-1404-1504- 1604-1704-1804-1904	62,32		13	62,32
FLAT	1501		64,92	1	64,92
FLAT	1502		56,05	1	56,05
FLAT	1601-1701-1801-1901		64,92	4	64,92
FLAT	1602-1702-1802-1902		55,05	4	55,05
DUPLEX	2001 + AZOTEA		62,95+ 31,25	1	94,20
DUPLEX	2002 + AZOTEA		56,94+ 27,38	1	84,32
DUPLEX	2003 + AZOTEA		52,53+ 30,37	1	82,90
DUPLEX	2004 + AZOTEA		60,79+ 33,64	1	94,43
Total				77	5163,45

Área Techada: 5180,19 m²

	Área techada	Porcentaje
Área techada interés social	2619,74 m ²	50,74%
Área techada no interés social	2543,71 m ²	49,26%

Área Techada Interés Social: 2619,74 m²

Equivale al 50,74% del área techada, cumpliendo con creces lo que dispone el DS-002-2020-VIVIENDA.

3.1.3.2 Sótanos

El sótano Nro. 4, (NPT -12,81m, -11,16m y -11,01m), está compuesto por un cuarto cámara de bombeo, cuarto de bombas, cisterna de reserva contra incendios, cisterna de consumo doméstico 01 y 02, Vestíbulo y Escalera de Evacuación N°02, 08 estacionamientos para vivienda, 05 depósitos y un Hall de ascensores.

El sótano Nro. 3 (NPT -9,66m, -9,57m y -8,31m), está compuesto por un vestíbulo y Escalera de Evacuación N°02, 13 estacionamientos para vivienda, 11 depósitos y un Hall de ascensores.

El sótano Nro. 2 (NPT -6,96m, -6,87m y -5,61m), de igual manera está compuesto por un vestíbulo y Escalera de Evacuación N°02, 13 estacionamientos para vivienda, 11 depósitos y un hall de ascensores.

Para el sótano Nro. 1 (NPT -4,35m, -4,26m y -2,91m), se encuentra ubicado un vestíbulo y Escalera de Evacuación N°02, 12 estacionamientos para vivienda, 07 depósitos, Hall de ascensores, cuarto de Telecomunicaciones, grupo electrógeno más el área de Tableros y el cuarto de basura.

3.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

3.2.1 Delimitación del área de análisis

El presente apartado establece las bases para el desarrollo de ingeniería del Sistema Ventilación Mecánica de sótanos, de servicios higiénicos, áreas técnicas y vestíbulos, correspondiente al proyecto del edificio multifamiliar ubicado en el distrito Santiago de surco.

Una vez definida arquitectura de los sótanos, se procede a delimitar las zonas a las cuales se aplicará el análisis en cuestión.

Se considera como objeto de estudio principal el sistema de ventilación de los sótanos, con la finalidad de eliminar adecuadamente los gases de escape de los vehículos y evitar que

se alcancen concentraciones de 35 ppm de monóxido de carbono (CO) y NOx que puedan representar riesgos para la salud de las personas.

Es importante destacar que en los sótanos no existe una suficiente ventilación natural para evacuar los gases de monóxido de los vehículos, en consecuencia, se ha visto por conveniente diseñar un sistema de ventilación forzada en estas áreas.

Para la extracción de monóxido se deben considerar rejillas de extracción ubicados estratégicamente en cada sótano del edificio para que se pueda desplazar el monóxido desde los puntos de extracción mediante un ducto hasta la azotea/techo, en donde se deberá de instalar un extractor que descargara al exterior del edificio.

Así mismo, se deben considerar un sistema de extracción, estratégicamente ubicados en cada nivel, los cuales se encargarán de realizar la impulsión de CO, NOx, HC junto con aire viciado hacia los puntos de extracción.

A manera general, cada ducto y rejilla debe contar con dámperes de regulación manual, los cuales permitirán regular el caudal de aire extraído por cada ramal y de este modo será posible balancear el sistema.

3.2.2 Determinación del Flujo de aire de Ventilación (Procedimiento según ASHRAE)

Para determinar el flujo de aire de ventilación, se deben tener en cuenta una serie de factores que en conjunto permiten calcular un nivel aceptable de monóxido de carbono en estacionamientos cerrados. La concentración máxima admisible de monóxido de carbono, el número de vehículos en operación en hora de máxima incidencia, el tiempo promedio de operación de los vehículos en el estacionamiento y la tasa de emisión de un vehículo bajo diversas condiciones son los factores fundamentales para la determinación de dicho flujo. (ANSI/ASHRAE, 2019)

Para ello, se implementará el procedimiento según ASHRAE para la determinación de dicho flujo, el cual contempla 3 pasos a saber.

3.2.2.1 Recolección de Información

Como fase inicial, se debe determinar el número de vehículos en operación en la hora de máxima incidencia, el cual se denotará con la letra “N”, se debe determinar la emisión de

monóxido de carbono promedio de un vehículo común por hora denominado con la letra “E” (g/h), el cual dependerá de diversos factores tales como las características del vehículo, tipos de combustible, condiciones de operación, y condiciones ambientales.

Se debe determinar el tiempo de operación y viaje promedio de un vehículo común, denominado con la letra “t” y expresado en segundos (s), al igual que se debe determinar el nivel de concentración de monóxido de carbono admisible en un estacionamiento, c (ppm), así como el área total del piso del estacionamiento, A_p (m^2).

3.2.2.2 Evaluación de la tasa de Generación de Monóxido de Carbono

Como paso principal se debe calcular la generación máxima de Monóxido de carbono por unidad de área, para lo cual se tiene la siguiente ecuación:

$$G = \frac{N \cdot E}{A_p} \quad (3.1)$$

Luego, se debe proceder a comparar este valor obtenido con el valor de referencia expresado con G_o que tiene un valor teórico de $26,7 \text{ g}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$.

$$\varphi = 100 \frac{G}{G_o} \quad (3.2)$$

3.2.2.3 Cálculo del Caudal Mínimo

Para determinar el caudal mínimo de ventilación “q’”, se debe utilizar la correlación C, la cual dependerá de la CO_{\max} .

$$q' = C \cdot \varphi \cdot t \quad (3.3)$$

Teniendo en cuenta que:

$$C = 1,204 \cdot 10^{-3} \text{ (l/s)/(m}^2\text{/s)} \text{ para } CO_{\max} = 15 \text{ ppm}$$

$$C = 0,692 \cdot 10^{-3} \text{ (l/s)/(m}^2\text{/s)} \text{ para } CO_{\max} = 25 \text{ ppm}$$

$$C = 0,481 \cdot 10^{-3} \text{ (l/s)/(m}^2\text{/s)} \text{ para } CO_{\max} = 35 \text{ ppm}$$

Dicho esto, y para el caso en estudio, la tabla 3.2 se definen y resumen los parámetros de diseño a tener en cuenta para el edificio residencial ubicado en el distrito de Santiago de Surco.

Tabla 3.2 Parámetros de Diseño

Parámetros de Diseño	Sótano Nro. 1		Sótano Nro. 2 y Nro. 3		Sótano Nro. 4	
Área del estacionamiento	439 m ²	4721 ft ²	439 m ²	4721 ft ²	220 m ²	2365 ft ²
Altura promedio del Estacionamiento	3,38 m	11,09 ft	2,60 m	8,53 ft	2,60 m	8,53 ft
Número de Estacionamientos	12 autos		13 autos		8 autos	
Número de Autos en operación o en tránsito 80%	80%	10 autos	80%	11 autos	80%	7 autos
Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por automóvil (E)	21 g/min	1260 g/h	21 g/min	1260 g/h	21 g/min	1260 g/h
Concentración Max. Permitida de CO durante 1 hora de exposición	35 ppm		35 ppm		35 ppm	
Tiempo de ingreso o salida de auto del estacionamiento (θ)	60 seg		60 seg		60 seg	

Definidos los parámetros de diseño, y con la ayuda de las tablas de Excel, se procede a calcular el caudal de cada uno de los sótanos en estudio, para lo cual, el estudio se apoyará en el procedimiento de ASHRAE, así como en Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, la cual expresa que el caudal mínimo de aire calculado por unidad de área es de (12 m³/h/m²).

Tabla 3.3 Cálculos de Caudales

Método De Cálculo	Sótano Nro.1	Sótano Nro.2 y Nro.3	Sótano Nro.4
1.- SEGÚN ASHRAE 1999 - Handbook Applications -Chapter 12 - Enclosed Vehicular Facilities			
Generación total de Monóxido de Carbono CO	12600 g/h	13860 g/h	8820 g/h
Rango de Generación de CO por unidad de área (G)	28,7g/h/m ²	31,57g/h/m ²	40,09g/h/m ²
Valor Normalizado de la Generación de CO (f)	107,2	117,8	149,7
Caudal mínimo de aire por unidad de área	3,1 l/s/m ²	3,41 l/s/m ²	4,33 l/s/m ²
Caudal mínimo de aire para todo el estacionamiento	1427 CFM	1569 CFM	999 CFM
Factor de diseño		1,2	
Caudal mínimo de aire calculado por concentración de CO	1712 CFM	1883 CFM	1198 CFM
Número de cambios mínimos por hora (concentración de CO)	1,96	2,81	3,57
2.- SEGÚN REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)			
Caudal mínimo de aire calculado por unidad de área (12 m ³ /h/m ²). Renv = Cm (m ³ /h) /Volumen	5268 m ³ /h 3095 CFM 3,55 Renv/h	5268 m ³ /h 3098 CFM 4,62 Renv/h	2637 m ³ /h 1551 CFM 4,62 Renv/h
Caudal mínimo de aire calculado por número de renovaciones (5 renov/hora).	7414 m ³ /h 4359 CFM 5,00 Renv/h	5707 m ³ /h 3356 CFM 5,00 Renv/h	2857 m ³ /h 1680 CFM 5,00 Renv/h
Caudal mínimo de aire calculado por unidad de área (0,75cfm/ft ²). (0,37 l/s/m ²)	3541 CFM	3543 CFM	1774 CFM
3.- CONCLUSIONES			
Caudal de extracción estándar	4360 CFM	3360 CFM	1780 CFM
CFM / Auto	363 CFM/Auto	258 CFM/Auto	223 CFM/Auto
Número de Renovaciones por Hora	5,00 Renv/h	5,00 Renv/h	5,30 Renv/h
Número Mínimo de Sensores Monóxido (cada sensor 5000 ft ² de alcance)	2 Unid.	2 Unid.	2 Unid.

La tabla 3.3 expresa los cálculos relacionados con el flujo de aire de ventilación necesario para el diseño del sistema en estudio, para lo cual se utiliza el procedimiento ASHRAE con el fin de determinar los parámetros mínimos de funcionamiento. Luego, se realizan los cálculos utilizando lo pautado en el reglamento nacional de edificaciones, para los cuales se obtienen los valores finales de diseño.

3.3 CÁLCULOS DE OTRAS ÁREAS

3.3.1 Cálculos justificativos de ventilación de áreas técnicas

Los cálculos del caudal de las áreas técnicas se harán de acuerdo a lo indicado en el RNE:

PARÁMETROS

Cuarto de Bombas: 20 renovaciones/hora

Cuarto de Basura: 20 renovaciones/hora

Servicios Higiénicos: 20 renovaciones/hora

Depósitos: 15 renovaciones/hora

Cámara de Bombeo: 40 renovaciones/hora

Tabla 3.4 Cálculos de Caudales Áreas Técnicas

Ambientes	Área (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Nº Ren. (Ren/hr)	Caudal (m ³ /h)	Caudal (CFM)	Caudal Nom. (CFM)
Sótano Nro. 4							
Cuarto cámara de bombeo	2,22	4,3	9,55	40	381,84	224,52	230
Cuarto de bombas	27,6	3	82,8	20	1656	973,73	980
Sótano Nro. 1							
Cuarto de residuos sólidos	12,05	4,15	50,01	20	1000,15	578,09	580
Cuarto del grupo electrógeno	14,88	4,15	61,75	20	1235,04	726,94	730
Cuarto de tableros	5,89	4,15	24,44	15	366,65	215,81	220

En la tabla 3.4 se muestra los resultados de los cálculos de caudales de los ambientes del Sótano Nro. 1 (Cuarto de residuos sólidos, Cuarto del grupo electrógeno y Cuarto de

tableros) y Nro. 4 (Cuarto de cámara de bombeo y Cuarto de bombas) en donde se define el área, la altura, el volumen, el número de renovaciones y el caudal para cada ambiente.

3.3.2 Cálculo de ventilación del grupo electrógeno

La tabla 3.5 expresa las características y datos técnicos del grupo electrógeno MP-65, también se resalta que el caudal de extracción de aire caliente que es de 3400 CFM es menor que 3919 CFM según ficha técnica, por lo que cumpliría correctamente. El caudal de inyección de aire requerido es de 2704 CFM, para lo cual 2700 CFM nominal estaría bien.

Tabla 3.5 Cálculos de Caudales Grupo Electrónico

Cálculo de ventilación de sala de Grupo Electrónico			
Datos técnicos del grupo electrógeno			
Descripción	Características	Unidad	Referencia
Modelo referencia	MP-65		Modasa
Potencia prime	59,00	kW	Modasa
Potencia emergencia	65,00	kW	Modasa
Dimensiones aprox.	Largo	mm	Modasa
	2260,0		
	Ancho	mm	Modasa
1089,0			
Alto	mm	Modasa	
	1330,0		
Peso aproximado seco (G.E.)	1060	kg	Modasa
Caudal de Extracción de Aire Caliente			
Descripción		Unidad	Referencia
Caudal de extracción según ficha técnica	111	m ³ /min	Modasa
Caudal de extracción según ficha técnica	3919	CFM	
Caudal nominal de extracción	3400	CFM	
Dimensiones del ducto	20x16	pulg. x pulg.	
Caudal de Inyección de Aire Requerido			
Descripción		Unidad	Referencia
Calor de la radiación	20,30	kW (th)	Perkins
Aumento de temperatura	15	°C	Perkins
Densidad del aire 25 °C	1,09	kg/m ³	
Aire de combustión	2,20	m ³ /min	
Caudal de aire requerido	76,55	m ³ /min	
Caudal de aire requerido	2704	CFM	
Caudal nominal de inyección	2700	CFM	
Caudal total de inyección	6100	CFM	

4 INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE DIMENSIONAMIENTO DE TUBO DE ESCAPE DE GRUPO ELECTRÓGENO

4.1.1 Cálculo de la pérdida de presión a través del silenciador

La velocidad de gases de escape (Bv) será calculada de acuerdo a la fórmula:

$$Bv = \frac{Q}{A \cdot 60} \quad (4.1)$$

Dónde:

Bv = Velocidad de gases de escape (m/seg)

Q = Flujo de gases de escape (m^3/min)

A = Área del tubo (m^2)

La pérdida de presión (Bps) será calculada de acuerdo a la fórmula:

$$Bps = \frac{Rg \cdot 673}{Tm + 273} \quad (4.2)$$

Dónde:

Bps = Pérdida de presión en el silenciador (mm W.C.)

Tm = Temperatura de escape del motor ($^{\circ}C$)

Rg = Valor de resistencia (mm W.C.)

4.1.2 Cálculo de la pérdida de presión a través del tubo de escape

$$Bpe = \frac{6,32 \cdot L \cdot Q^2}{D^5 \cdot (Tge + 273)} \quad (4.3)$$

Dónde:

Bpe = Pérdida de presión a través, del tubo de escape (Pa)

L = Longitud total equivalente del tubo recto (m)

Q = Flujo de gases de escape (m^3/s)

D = Diámetro del tubo (m)

Tge = Temperatura del gas de escape ($^{\circ}C$)

4.1.3 Resumen de cálculo de tubo de escape

Tabla 4.1 Cálculo del Diámetro de Tubería de Escape del Grupo Electrónico

Cálculo Diámetro de Tubería de Escape de Grupo Electrónico			
Datos técnicos del grupo electrónico			
Descripción	Características	Unidad	Referencia
Modelo referencia	MP-65		Modasa
Potencia prime	59,00	kW	Modasa
Potencia emergencia	65,00	kW	Modasa
Dimensiones aprox.	Largo	2260,0	mm
	Ancho	1089,0	mm
	Alto	1330,0	mm
Peso aproximado seco (G.E.)	1060	kg	Modasa
Diámetro de Evacuación Requerido			
Descripción		Unidad	Referencia
Flujo de gases de escape (Q)	5,80	m ³ /min	Modasa
Flujo de gases de escape (Q)	0,10	m ³ /s	
Temperatura de gases de escape (Tm)	515	°C	Perkins
Diámetro de tubería de escape (D)	3	pulg.	
Diámetro de tubería de escape (D)	0,0762	m.	
Área de diámetro de tubería (A)	0,0046	m ²	
Velocidad de gases de escape (Bv)	21	m/seg.	
Valor de resistencia (Rg)	25,00	mm W.C.	
Contrapresión a través del silenciador (Bps)	21,35	mm W.C.	
Contrapresión a través del silenciador (Bps)	0,209	kPa	
Longitud de tubo de escape (L)	70,02	m.	
Número de codos	4	und.	
Longitud equivalente de tubo de escape (L)	75	m.	
Contrapresión a través del tubo de escape (Bpe)	2198	Pa	
Contrapresión a través del tubo de escape (Bpe)	2,20	kPa	
Contrapresión a través del tubo de escape total (Ptotal)	2,41	kPa	
Máxima contrapresión del sistema de escape	15,00	kPa	Perkins

De acuerdo a la tabla 4.1 los resultados del cálculo de pérdida de presión a través del tubo escape total nos da 2,41 kPa y siendo menor que la máxima pérdida de presión del sistema de escape según modelo del motor que es de 15 kPa, se concluye que el diámetro de 3” cumple con la evacuación natural de los gases de escape del grupo electrógeno.

4.2 LLENADO DEL TANQUE DIARIO

Los grupos electrógenos están equipados de un depósito de combustible interno, por medio del cual se sustentan, siendo necesario básicamente solo controlar el nivel de combustible del mismo para que no interrumpa el funcionamiento del grupo electrógeno.

Procedimiento:

- El llenado del depósito de combustible será únicamente de modo manual.
- Nunca llene el tanque de combustible cuando el motor esté en marcha o caliente.
- Apague el motor de generador colocándolo en la posición OFF y deje que el motor se enfríe por completo previo a llenar el depósito de combustible.
- Evite derramar combustible sobre el motor cuando esté en marcha o caliente.
- Mantenga el combustible aislado de chispas, llamas abiertas, pilotos, calor y otras fuentes de ignición. No encienda un cigarrillo o fume cuando esté alrededor y/o llene el tanque de combustible.
- El combustible es altamente inflamable y sus vapores pueden causar explosiones.
- No llene a tope el tanque de combustible. Deje volumen en el depósito para la expansión del combustible.
- Coordinar con la administración del edificio, para realizar el procedimiento de llenado en horarios sin circulación de vehículos y señalizar la ruta durante todo el procedimiento.

4.3 CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE VENTILACIÓN VESTÍBULOS PREVIOS DE ESCALERAS DE EVACUACIÓN

4.3.1 Cálculo justificativo del volumen de renovación mínima

$$Q = 0,588 \cdot A \cdot H \cdot Ren \quad (4.4)$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal (pie}^3\text{/min)}$$

$A = \text{Área (m}^2\text{)}$

$Ren = \text{Número de renovaciones}$

$H = \text{Altura (m)}$

De lo cálculos se obtiene en el vestíbulo previo:

Tabla 4.2 Ventilación de Vestíbulos

Vestíbulo Previo 1		
Datos:		
Área del Vestíbulo	3,11	m ²
Altura del Vestíbulo	2,40	m
Volumen del Vestíbulo	7,46	m ³
Cálculo de Caudal de Inyección:		
Caudal de inyección de aire		
Número de renovaciones por hora	60,00	Renov. /hr
Caudal de aire a inyectar por piso	263,00	CFM
Caudal Nominal de aire a inyectar por piso	265,00	CFM
Número de pisos	19	Niveles
Caudal de diseño a inyectar (CFM iny)	5035,00	CFM
Cálculo de Caudal de Extracción:		
Caudal de extracción de aire		
Caudal a Extraer (1,5 · CFM iny) por piso	397,50	CFM
Número de pisos	19	Niveles
Caudal de diseño a extraer (CFM ext)	7552,50	CFM

La tabla 4.2 expresa los cálculos relacionados dando como resultado los caudales de inyección y extracción en la ventilación de vestíbulos. Por lo tanto, el aire de inyección total es de $Q = 5035$ CFM. Según Reglamento Nacional de Edificaciones y la norma NFPA 101 (CÓDIGO DE SEGURIDAD HUMANA) recomienda que el aire que se extraiga en el vestíbulo sea el 150% del suministro. Por lo tanto, el aire de extracción total es de $Q = 7552,5$ CFM.

4.4 CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL CAUDAL DE INYECCIÓN EN LA ESCALERA

Los cálculos se han realizado teniendo en consideración lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones: Título III, III.1 Arquitectura Norma A.130: Requisitos de seguridad Capítulo I: Sistemas de evacuación Sub Capítulo IV: Requisitos de los sistemas de presurización de escaleras.

Tabla 4.3 Ventilación de Escaleras

Escalera		
Datos:		
Número de escaleras (Niveles)	19	
Número de Puertas Abiertas al exterior	0	
Número de Puertas Abiertas (interiores)	0	
Área de las escaleras	126,43	Pie ²
Altura de escaleras	7,216	Pie
Ancho de la Puerta Ext. 1	3,28	Pie ²
Altura de la Puerta Ext. 1	6,89	Pie ²
Área Exterior de paredes del edificio por piso	5864,20	Pie ²
Área de paredes de las escaleras por piso	394,46	Pie ²
Área de aberturas alrededor de las puertas en cada escalera	0,267	Pie ²
Temperatura de diseño exterior	546	R
Temperatura de diseño interior	555	R
Promedio de áreas típicas de fugas de las paredes del edificio	0,00017	
Promedio de áreas típicas de fugas de las paredes de las escaleras	0,00011	
Fuerza total para la apertura de la puerta	30	Lb-f
Fuerza para vencer el cierrapuertas	10	Lb-f
Mínima Presión Diferencial permitida	0,10	in. W.C.
Cálculos:		
Caudal de aire a través de las puertas cerradas		
Factor Abo	1,00	Pie ²
Factor Asb	0,31	Pie ²
Factor de temperatura B	0,000227	
Presión diferencial en la escalera inferior ΔP_{sbb}	0,10	in. W.C.
Distancia sobre la Escalera inferior Y	137,10	Pie
Presión diferencial ΔP_{sbt}	0,124	in. W.C.
CÁLCULO DEL FLUJO DE AIRE (Todas las Puertas Cerradas)	5143	CFM
Caudal de Aire por puerta	271	CFM/puerta
PRESIÓN MÁXIMA DE DISEÑO cuando todas las puertas están cerradas	0,32	in. W.C.

Los datos y cálculos para la ventilación de escaleras se muestran en la tabla 4.3 en donde para calcular el caudal de aire a la escalera se ha considerado que el caudal de aire a inyectar en la escalera sea con todas las puertas cerradas, el inyector de aire tendrá una capacidad suficiente para descargar por lo menos 5200 CFM o mantener en su interior una presión positiva de 0,10" C.A. según el ítem 7.2.3.8.4 de la NFPA 101.

4.5 SELECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

4.5.1 Selección de rejillas de extracción de aire

Para la selección de las rejillas, se hace uso del caudal a extraer previamente calculado en los apartados anteriores, así como su velocidad. Esto con el fin de conocer o determinar el área de extracción. Es importante destacar que el modelo seleccionado de rejilla para inyectar o extraer aire, podría ser el mismo más, sin embargo, la extracción no requiere condiciones especiales de deflexión de flujo.

En el mercado actual existen varios tipos de rejillas, sin embargo, las más comunes son las rejillas de aleta ajustable (Figura 4.1) que son más utilizadas para la extracción de aire y las rejillas de aleta fija que a pesar de ser similares a las ajustables, no se puede variar el ángulo.



Figura 4.1 Rejilla de Ventilación

Fuente: Catálogo KOOL AIR SERIE 20.2

Para el caso en estudio se proponen rejillas del fabricante KOOL AIR serie 20.2, así como se supone una velocidad de 2,5 m/s, la cual se considera adecuada para el caso en estudio. Para dimensionar las rejillas, se emplea la siguiente ecuación:

$$Qr = V_{ext} \cdot A_{efec} \cdot \gamma \cdot 1000 \quad (4.5)$$

Donde:

Q_r = Caudal de extracción de rejilla (l/s)

V_{ext} = Velocidad de extracción (m/s)

A_{efec} = Área efectiva (m²)

γ = Factor de corrección

Es recomendable elegir rejillas con una dimensión mayor para extraer mejor el aire. Y si no se tuviera el valor del área efectiva exacto al calculado se aproxima al valor inmediato superior y se vuelve a calcular la velocidad.

Tabla 4.4 Cálculo del Área Efectiva y Velocidad de Extracción Real

Símbolo	Unidad	Cuarto de Bombas	Cámara de Bombeo	Cuarto de Basura	Cuarto del Grupo Electrónico
Q_{ex}	CFM	1100	230	580	960
Q_r	l/s	519,14	108,55	273,73	453,07
V_{ex}	m/s	2,5	2,5	2,5	2,5
γ		1,9	1,9	1,9	1,9
$A_{ef. calc}$	m ²	0,1093	0,0229	0,0576	0,0954
$A_{ef. real}$	m ²	0,11	0,02	0,06	0,10
$V_{ex real}$	m/s	2,48	2,48	2,4	2,38

Tomando en cuenta las recomendaciones para las velocidades y empleando la tabla de selección de rejillas del fabricante (ver Anexo 1), en la tabla 4.5 se tiene la siguiente selección de rejillas de extracción de aire para el cuarto de bombas, cámara de bombeo, cuarto del grupo electrónico, cuarto de basura, sótano Nro. 4 y el piso Nro. 1.

Tabla 4.5 Selección de Rejillas de Extracción de Aire

Para el cuarto de Bombas:		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
519,142 (1100 CFM)	2,5 (500 FPM)	18"x 18"
Para la cámara de Bombeo		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
108,54 (230 CFM)	2,5 (500 FPM)	10"x 8"
Para el cuarto del Grupo Electrógeno:		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
453,07 (960 CFM)	2,5 (500 FPM)	14"x 18"
Para el cuarto de Basura:		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
273,73 (580 CFM)	2,5 (500 FPM)	14"x 14"
Para la inyección de aire – Sótano Nro.4:		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
132,15 (280 CFM)	2,5 (500 FPM)	8"x 8"
Para la toma de aire – Piso Nro. 1:		
Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Rejilla
2888,32 (6120 CFM)	3 (600 FPM)	63"x 30"
3454,65 (7320 CFM)	3 (600 FPM)	33"x 50"
656,01 (1390 CFM)	3 (600 FPM)	20"x 18"

La ruta por donde se dispondrá la ubicación de cada uno de las rejillas de extracción se dispone y se muestra en los planos IM-01 al IM-04 de diseño del proyecto (ver Planos).

4.5.2 Diseño de ductos

Para realizar la extracción de los gases tóxicos de las áreas en estudio, se debe instalar una serie de equipos con la finalidad de renovar el aire. Los ductos sirven como medio de transporte para llevar el aire limpio / viciado de un punto a otro, para inyectarlo o extraerlo según sea su función de diseño.

Existen diversos métodos para el cálculo de los mismos, pero en la actualidad, existen compañías fabricantes de sistemas de extracción, que han generado softwares que facilitan dichos cálculos, tal y como es el Duct Sizer de McQuay.

En primer lugar, el método dinámico contempla una elección arbitraria de velocidades para cada una de las secciones que conforman el sistema, que van desde la velocidad más alta y reduciéndola hasta llegar a las salidas de aire. Conocidos los valores de caudal y velocidad de ventilación, se pueden dimensionar los ductos mediante la ecuación siguiente:

$$Q_{pa} = Vel \cdot S \quad (4.6)$$

Donde:

Q_{pa} = Caudal en el punto de análisis (m^3/s)

Vel = Velocidad en el punto de análisis (m/s)

S = Área de la sección del ducto (m^2)

Por su parte, para el método de fricción equivalente se selecciona una velocidad arbitraria, que se considera por lo general la última velocidad presente en la derivación del sistema. El área del conducto en dicho punto se obtiene mediante la ecuación 4.6 y el resto de las secciones se calculan para poder obtener un solo valor de pérdidas por fricción por unidad de longitud.

La tasa de pérdida de fricción se elige para dar como resultado un equilibrio económico entre el costo del ducto y el costo de la energía, lo que da como resultado ductos más pequeños versus mayores costos de operación del ventilado.

Para este caso se asegura la uniformidad del aire para grandes longitudes de conducto, pero las velocidades varían a lo largo del sistema, por lo que es importante verificar que no excedan el límite permisible. En caso que la geometría del proyecto no lo permita y se deban

requerir ductos rectangulares sobre los circulares, se pueden calcular mediante la fórmula de Huebscher:

$$Deq = 1,3 \sqrt[8]{\frac{(H \cdot W)^5}{(H + W)^2}} \quad (4.7)$$

Donde:

Deq = Diámetro equivalente del ducto (mm)

H = Altura del ducto rectangular (mm)

W = Ancho del ducto rectangular (mm)

ASHRAE propone un método de diseño según su norma ASHRAE 2009:21.18, la cual propone a manera general, se cumpla con los siguientes pasos:

1. Proponer la ubicación de los puntos de extracción en planos de estacionamientos.
2. Seleccionar las rejillas de extracción de aire en base a la información del fabricante.
3. Proponer en plano el sistema de ductos, desde las salidas de aire con los respectivos ventiladores.
4. Demarcar cada uno de los sistemas en secciones y enumerar cada una de ellas.
5. Dimensionar los ductos.
6. Calcular la caída de presión total.
7. Elegir el ventilador que concuerde con las características brindadas.
8. Dibujar todo el sistema con los resultados obtenidos al detalle.

Para comenzar a dimensionar los ductos es necesario definir primero las condiciones para el cálculo de las secciones (tabla 4.6):

Tabla 4.6 Condiciones para el Cálculo de Secciones

Temperatura del aire °C	20 °C
Densidad del aire kg/m ³	1,20 kg/m ³
Viscosidad cinemática m ² /s	1,52 · 10 ⁻⁵ m ² /s
Material del ducto -	Acero galvanizado (comercial)
Rugosidad absoluta mm	0,09 mm

Dicho lo anterior, para el dimensionamiento de los ductos, es necesario determinar los caudales y las velocidades de funcionamiento, para lo cual se utilizaron los datos de caudal

de la tabla 4.5 y se selecciona una velocidad del viento, la cual se establece en 5m/s o 1000 FPM. Con dichos datos, se procede a dar uso del gráfico o carta de fricción de aire.

Para el caso del cuarto de bombas, se tiene un caudal de 1100 CFM y se obtiene en el gráfico lo indicado en la figura 4.2., para lo cual se comienza seleccionando el caudal requerido en el eje de ordenadas, se prolonga una línea horizontal hasta la intersección con la línea oblicua de velocidad. A partir de esta intersección puede determinarse el diámetro equivalente y la pérdida de carga unitaria.

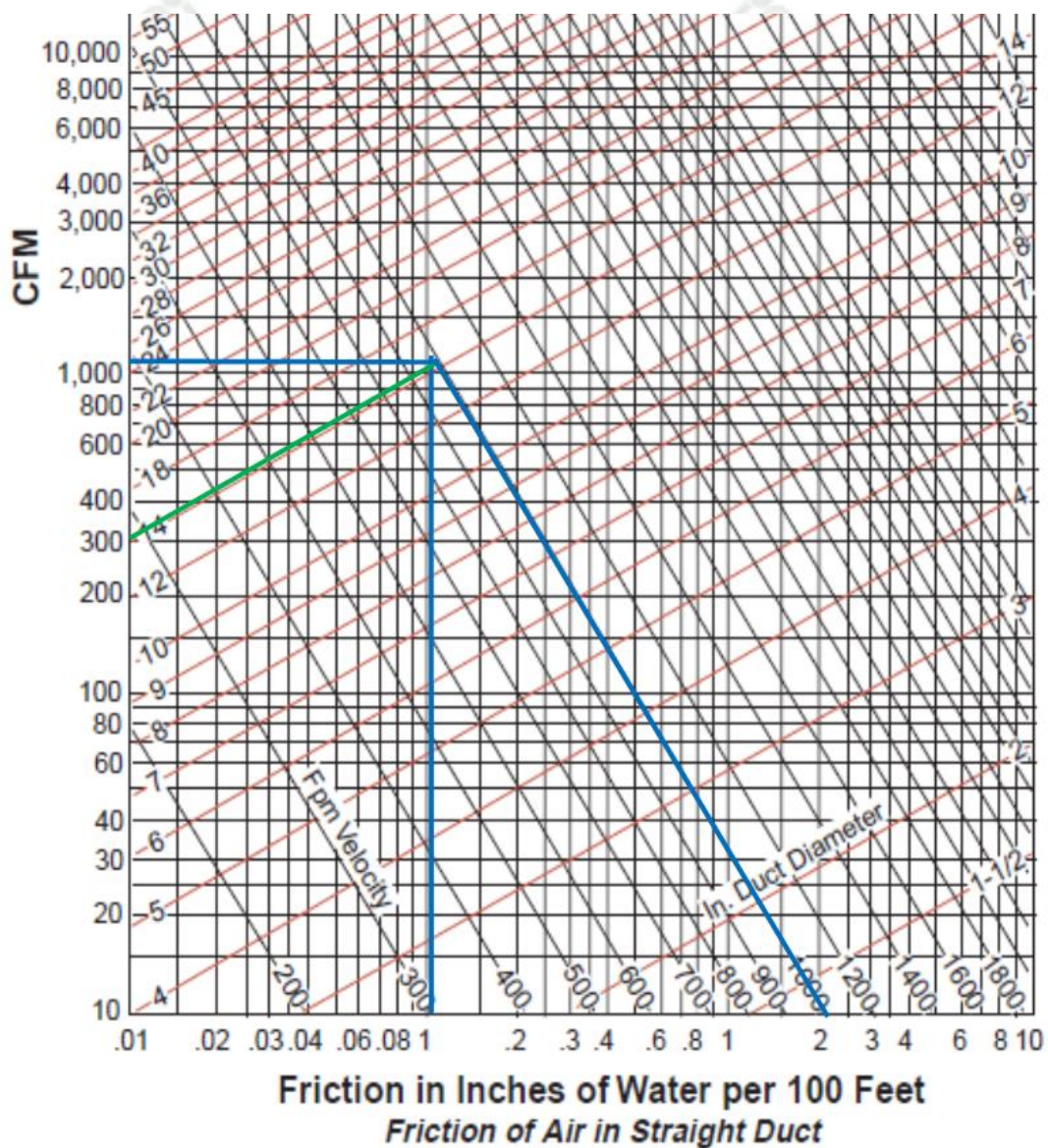


Figura 4.2 Gráfica selección de Pérdidas de Fricción

Fuente: Gráfico de Anexo 3

Para las condiciones previamente establecidas, se tiene una sección circular de 14" y con unas pérdidas de 0,1 pulg H₂O/100 pie.

En el caso de querer instalar un conducto de sección rectangular hay que determinar una sección que mantenga las mismas pérdidas de carga unitaria que la sección circular calculada. A esa sección de forma distinta a la circular se le conoce como sección equivalente.

Esta conversión puede hacerse a través de una tabla de equivalencias o aplicando un factor de conversión; continuando con el cálculo anterior, si lo que se busca es un conducto rectangular con relación de aspecto 2,5, adecuado para las 14" de diámetro equivalente, se procede a emplear el gráfico del anexo 4.

En la figura 4.3 se localiza la curva vinculada al diámetro equivalente de 14", luego se localizan en el diagrama dos puntos que cumplan con el cociente de 2,5 a 1, por ejemplo, b=2, a=5 y b=4 a =10. La intersección de la recta resultante al unir los dos puntos obtenidos con la curva de diámetro equivalente mostrará las dimensiones del conducto rectangular con la relación de aspecto deseada.



Figura 4.3 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección Circular

Fuente: Gráfico de Anexo 4

Bajo estas características, el punto que corta la curva del diámetro circular equivalente corresponde al punto de 20" x 8" el cual corresponde a las dimensiones del ducto equivalente a la sección circular previamente calculada.

Para el caso de la cámara de bombeo, por ser un ramal del ducto anteriormente calculado, se procede a fijar las pérdidas en el valor obtenido previamente, y junto con el caudal de 230 CFM se determina el valor del diámetro equivalente, según lo expresado en la figura 4.4.

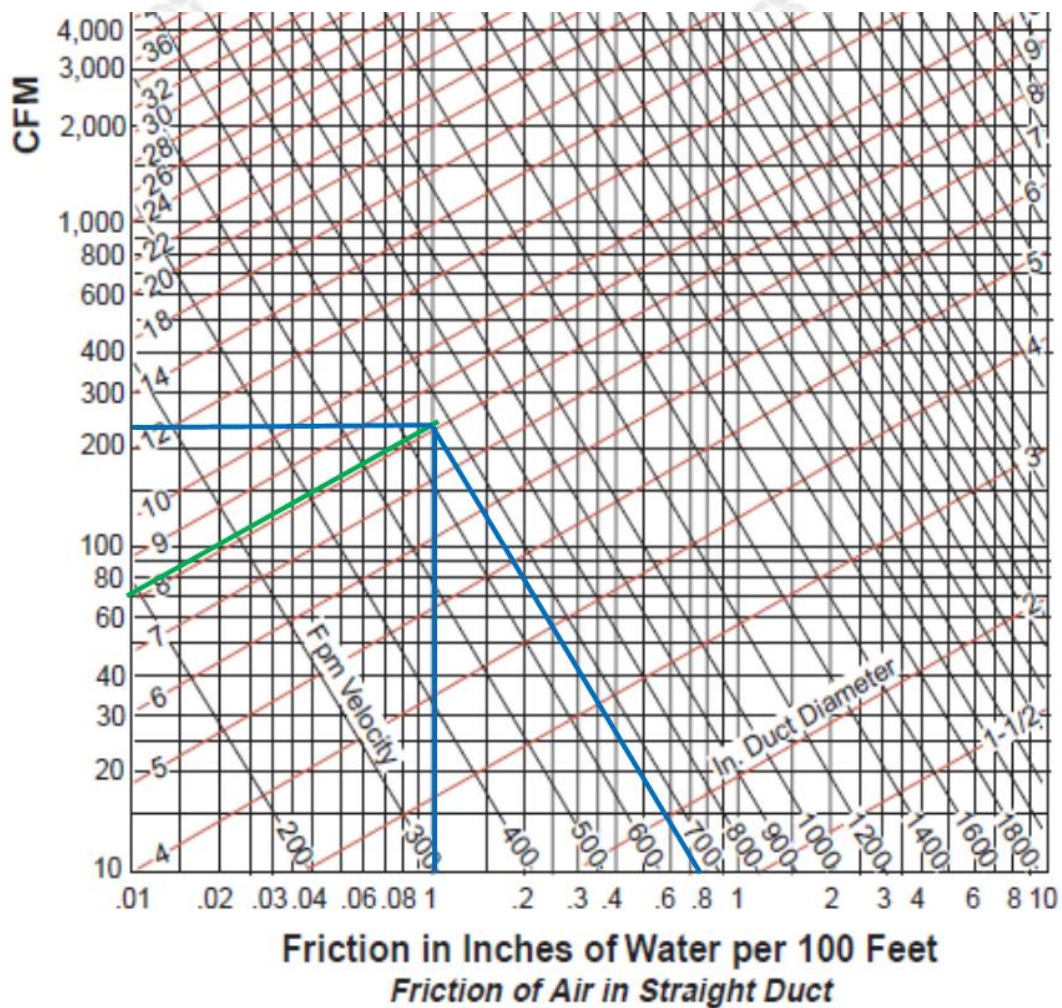


Figura 4.4 Gráfica selección de Diámetro Circular para Cuarto de Cámara de Bombeo

Fuente: Gráfico de Anexo 3

Para este caso, el valor aproximado es de 8,3" para lo cual resulta un ducto con sección rectangular de medidas 10"x 6" según lo observado en la figura 4.5 para un coeficiente de relación de aspecto de 1,5.

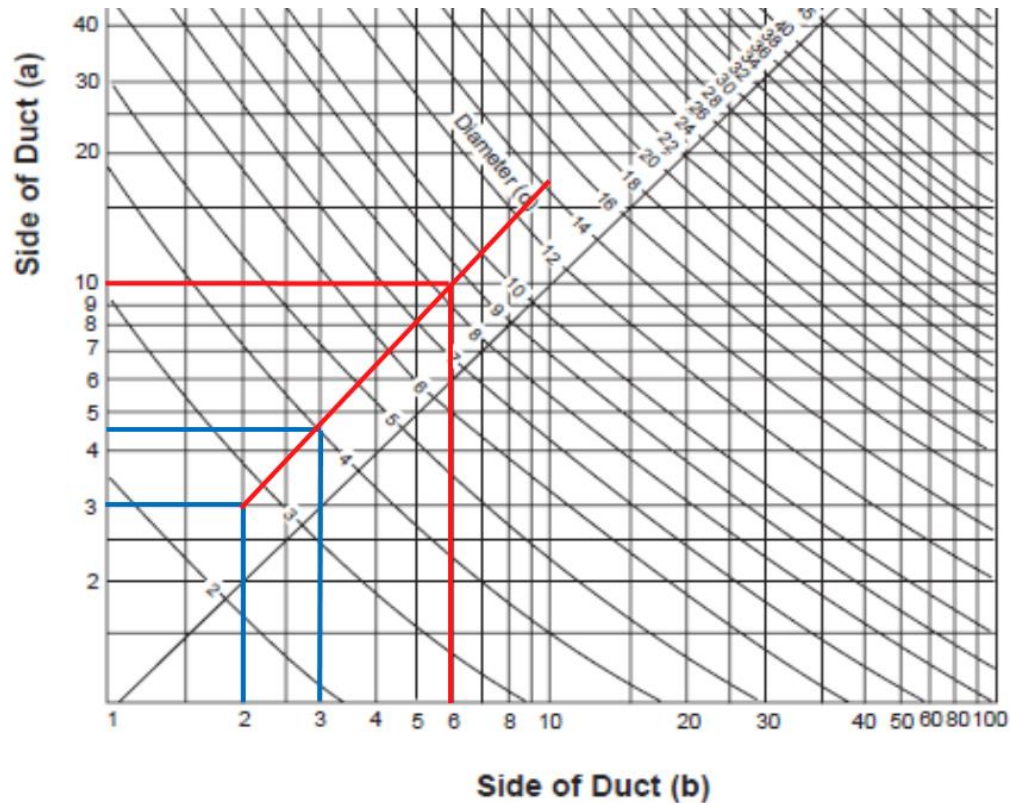


Figura 4.5 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección para Cámara de Bombeo

Fuente: Gráfico de Anexo 4

Bajo estas características, se observa en la figura 4.5 el punto que corta la curva del diámetro circular equivalente corresponde al punto de 10"x 6" el cual corresponde a las dimensiones del ducto equivalente a la sección circular previamente calculada.

Para el caso del ducto con un caudal de 1390 CFM, se tiene lo siguiente:

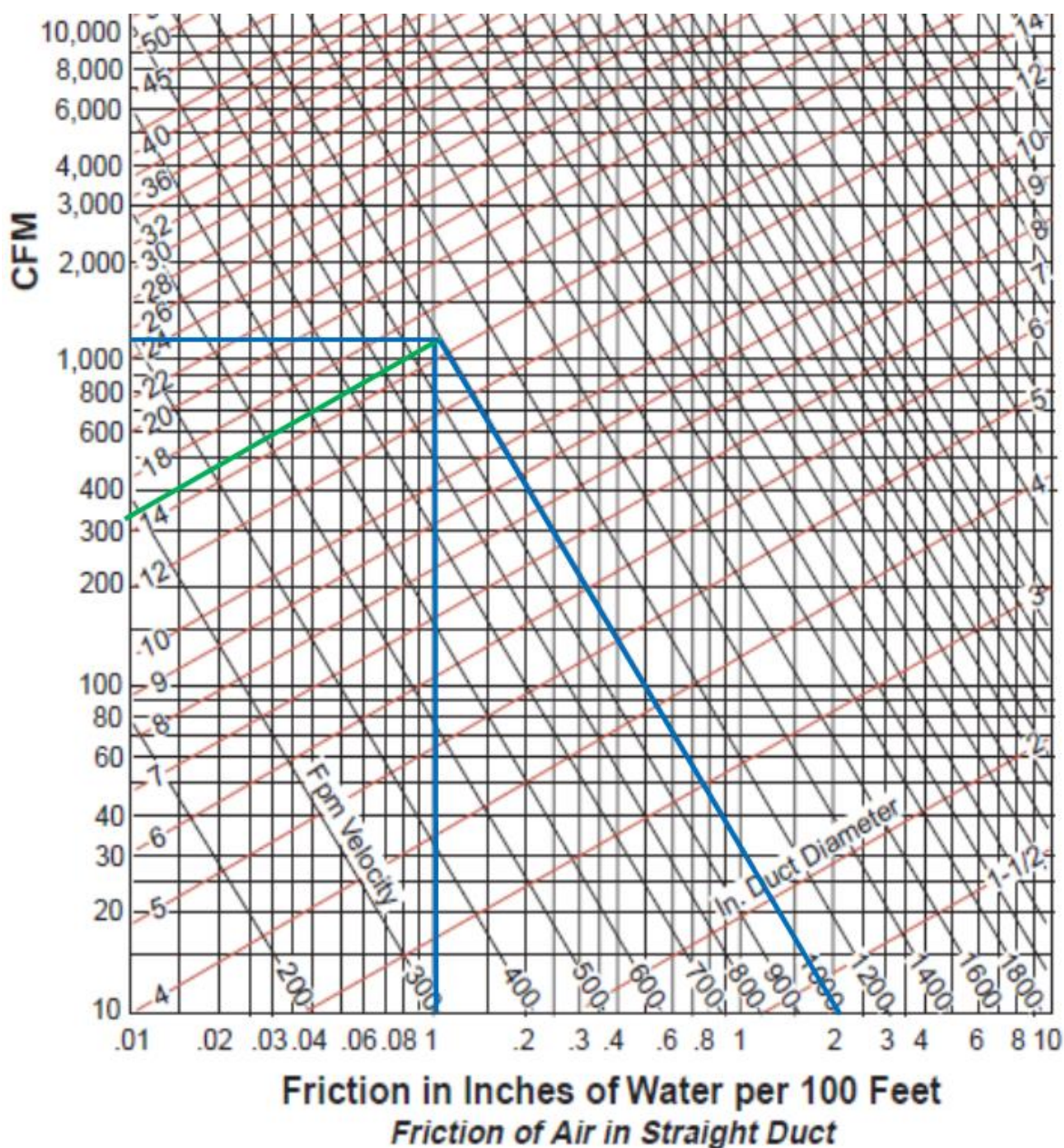


Figura 4.6 Gráfica selección de Diámetro Circular para Cuarto de Cámara de Bombeo

Fuente: Gráfico de Anexo 3

Para el flujo indicado, según la figura 4.6 se tiene una sección circular de 15" lo que resulta en una sección equivalente rectangular para una relación de aspecto de 3.

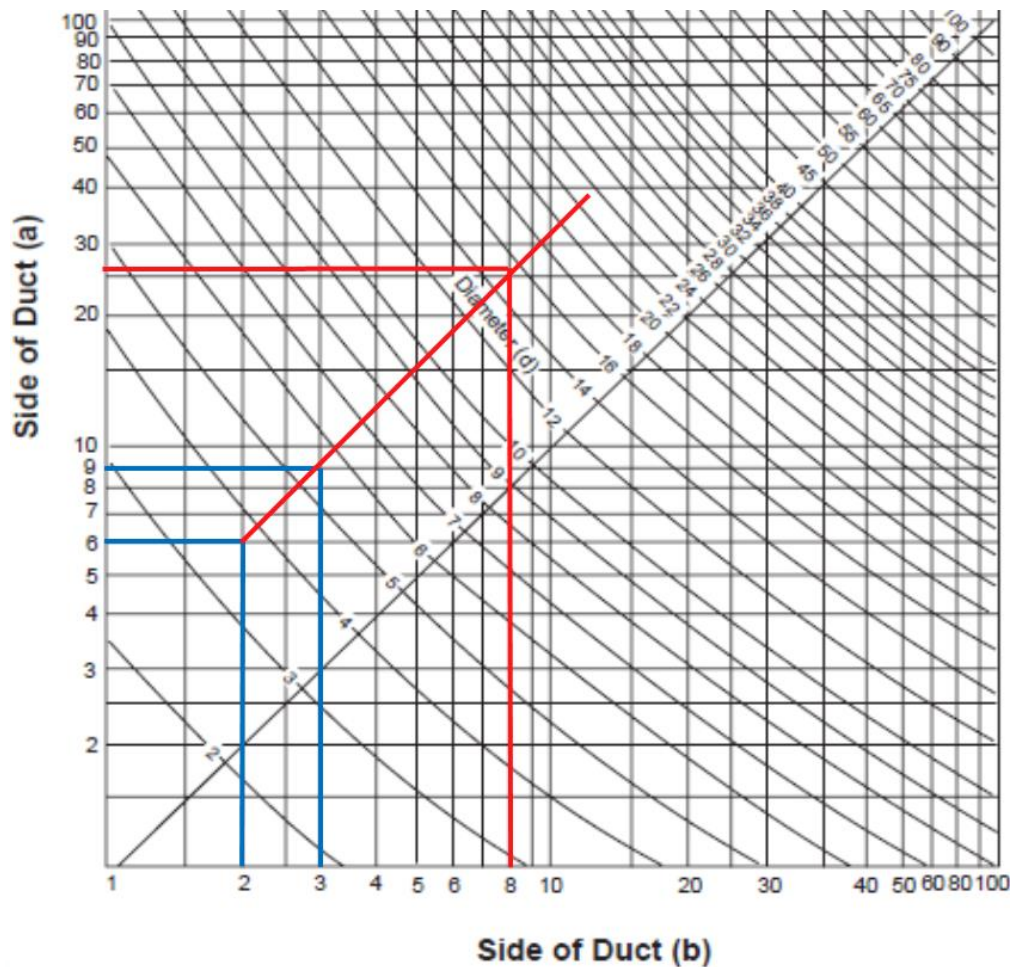


Figura 4.7 Gráfica selección de Ducto Rectangular a partir del Ducto de Sección para Cámara de Bombeo

Fuente: Gráfico de Anexo 4

Se observa en la figura 4.7 que para la sección circular de 15” corresponde al punto de 27”x 8” el cual corresponde a las dimensiones del ducto equivalente a la sección circular previamente calculada.

4.5.3 Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3

Como se puede observar, esta metodología de seleccionar ductos con ábacos visto en el anterior punto se puede aplicar para cada uno de los tramos a estudiar, pero para realizar unos cálculos más exactos, se empleó el software Duct Sizer McQuay, haciendo que coincidan los caudales de cada ducto para el suministro de aire en cada ambiente con las velocidades recomendadas.

La figura 4.8 muestra la interfaz del software del cálculo de ductos McQuay, en el cual se muestran los cálculos relacionados con el caudal de extracción. Para ella se fija las

condiciones de diseño en la primera pestaña, seleccionado 68 °F y el valor de presión y temperatura standard.

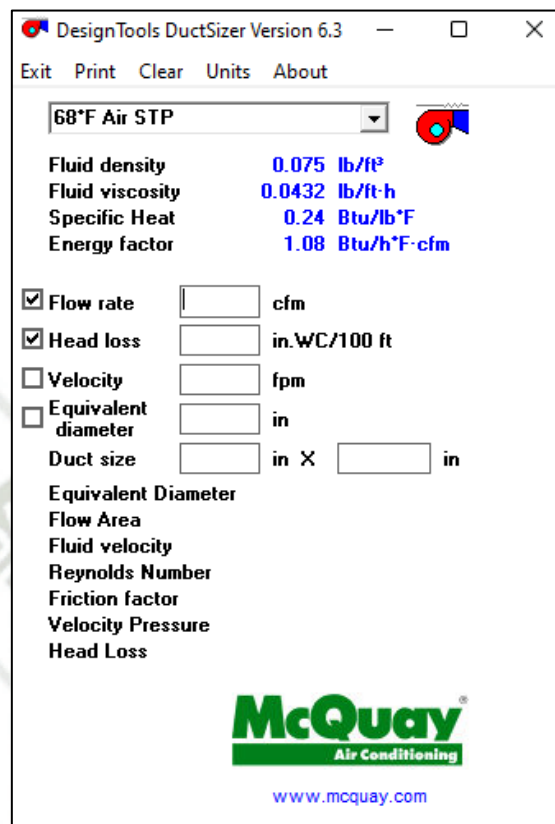


Figura 4.8 Software de Cálculo de Ductos Mc Quay

Fuente: <http://www.georgia.daikinmcquay.com/McQuay/DesignSolutions/Software>

Para las pérdidas de presión se recomienda 0,10 pulgadas de columna de agua por cada 100 pies de ducto, lo cual nos arroja un resultado de un ducto circular.

Para obtener el ducto rectangular, se ingresa el valor de un lado, por ejemplo, el ancho en pulgadas, y el software calcula el alto del ducto.

1. Para el cuarto de bombas, el caudal es 1100 CFM y la caída de presión es 0,1 pulg H₂O/100 pie. Con estos datos de entrada obtenemos el tamaño del ducto 20" x 8" como se observa en la figura 4.9.

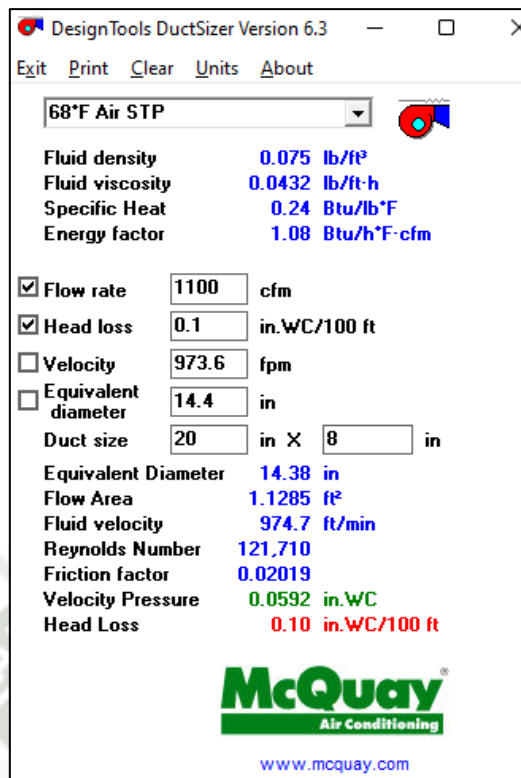


Figura 4.9 Ducto de Cuarto de Bombas

Fuente: Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3

2. Para la cámara de bombeo, en la figura 4.10.a el caudal es 230 CFM y la caída de presión es 0,1 pulg H₂O/100 pie teniendo como resultado el ducto 10"x 6" y en la figura 4.10.b con caudal de 1390 CFM y la caída de presión de 0,1 pulg H₂O/100 pie tenemos el ducto 26"x 8".

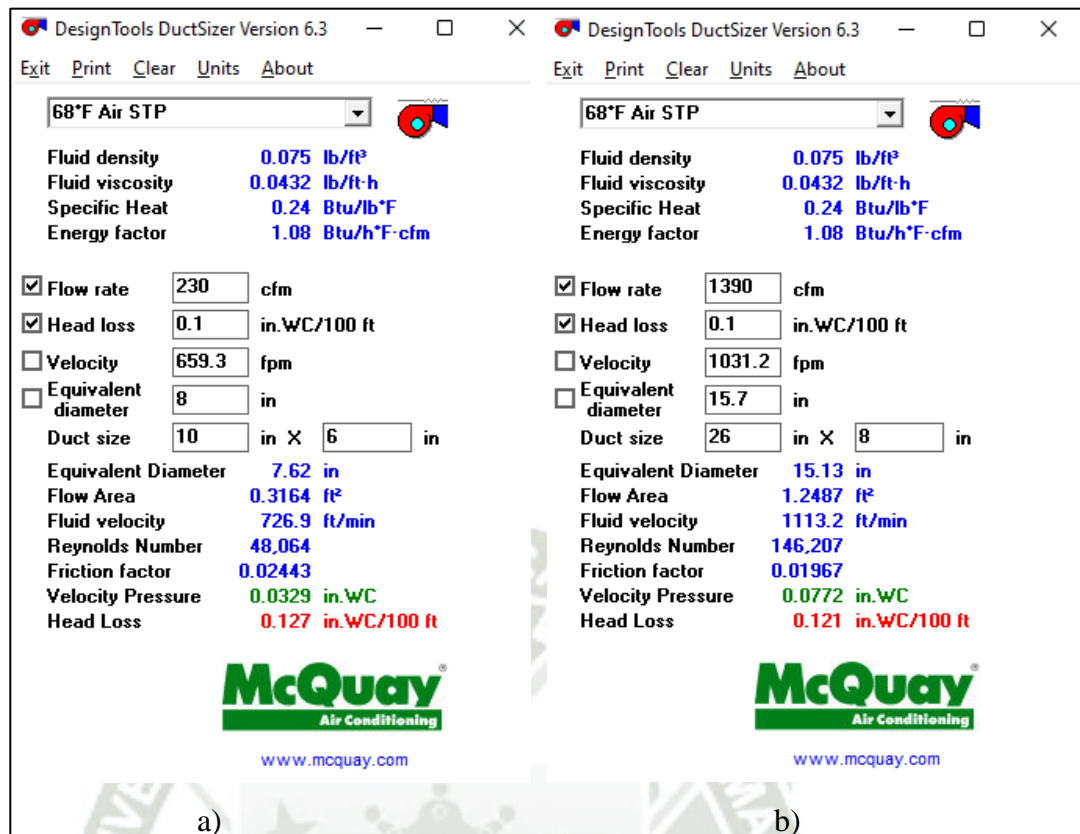


Figura 4.10 Ductos de Cámara de Bombeo

Fuente: Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3

- Para el cuarto del grupo electrógeno, en la figura 4.11.a el caudal es 960 CFM y la caída de presión es 0,1 pulg H₂O/100 pie teniendo como resultado el ducto 14"x 10", en la figura 4.11.b con caudal de 6110 CFM y la caída de presión de 0,1 pulg H₂O/100 pie tenemos el ducto 40"x 20" y en la figura 4.11.c con un caudal de 6110 CFM y velocidad de 2500 Fpm obtenemos un ducto de 40"x 10".

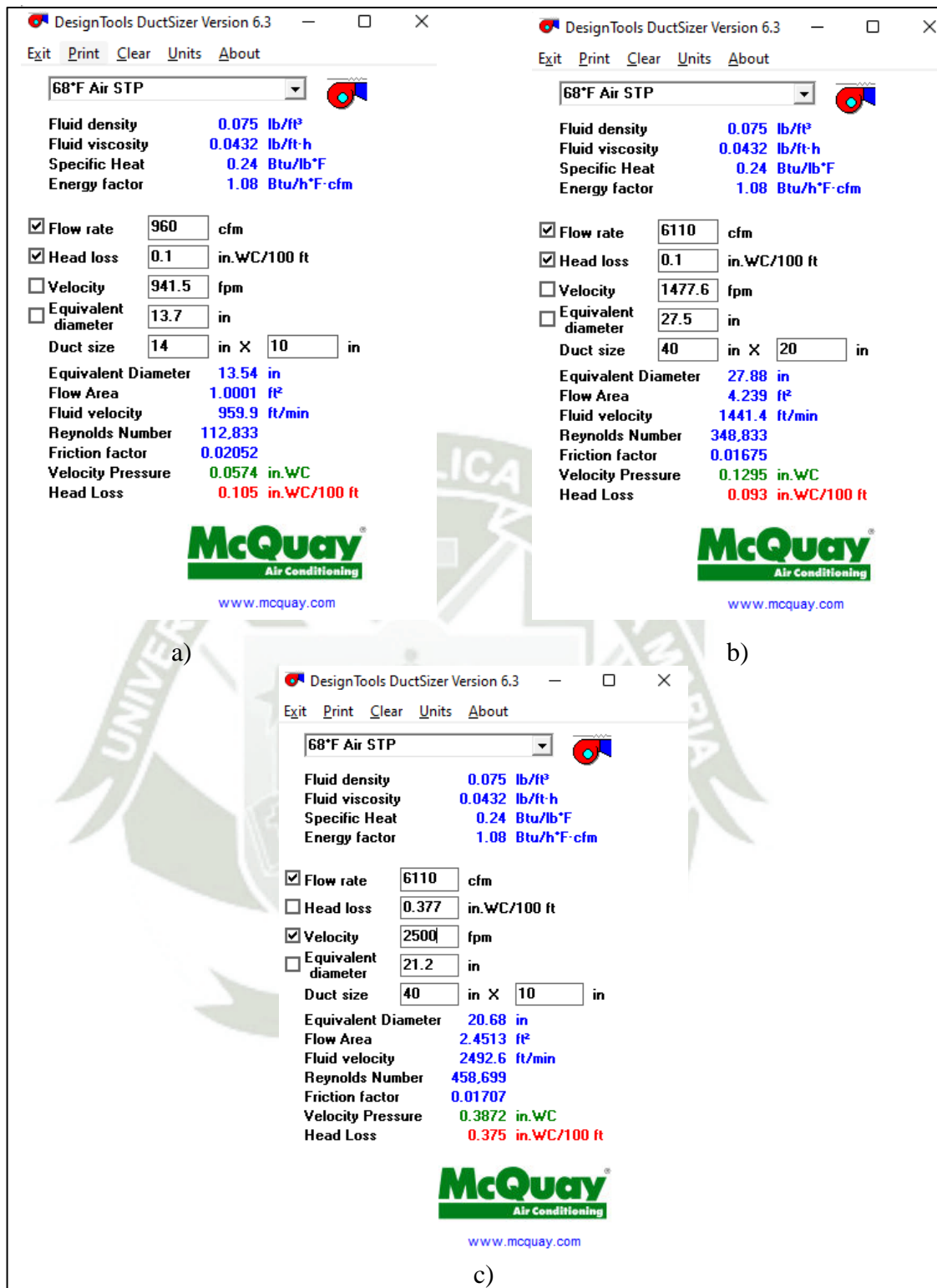


Figura 4.11 Ductos del Cuarto del Grupo Electrónico

Fuente: Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3

4. Para la extracción del aire, en la figura 4.12.a el caudal es 12860 CFM y la caída de presión es 0,1 pulg H₂O/100 pie teniendo como resultado el ducto 85”x 14” y en la figura 4.12.b con caudal de 12860 CFM y la caída de presión de 0,1 pulg H₂O/100 pie tenemos el ducto 37”x 35”.

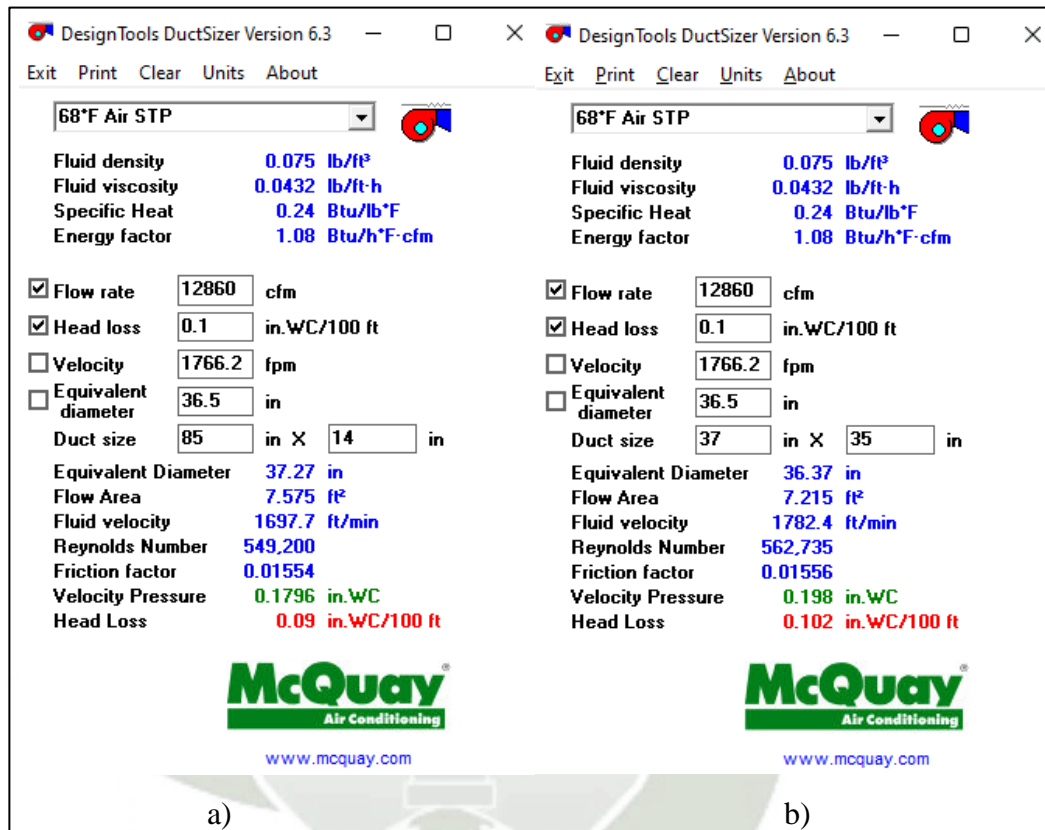


Figura 4.12 Ductos para la Extracción del Aire

Fuente: Software Design Tools DuctSizer McQuay Version 6.3

En la tabla 4.7 se muestra un resumen de resultados del software de cálculo de ductos McQuay donde se obtiene el tamaño del ducto necesario para el cuarto de bombas, cámara de bombeo, cuarto del grupo electrógeno y para la extracción del aire.

Tabla 4.7 Cálculo de Ductos por Zonas

Para el cuarto de Bombas		
Caudal (CFM)	Caída de presión pulg H ₂ O/100 pie	Ducto
1100	0,1	20"x 8"
Para la cámara de Bombeo		
Caudal (CFM)	Caída de presión pulg H ₂ O/100 pie	Ducto
230	0,1	10"x 6"
1390	0,1	26"x 8"
Para el cuarto del Grupo Electrónico		
Caudal (CFM)	Caída de presión pulg H ₂ O/100 pie	Ducto
960	0,1	14"x 10"
6110	0,1	40"x 20"
6110	2500 Fpm	40"x 10"
Para el cuarto de Basura		
Caudal (CFM)	Caída de presión pulg H ₂ O/100 pie	Ducto
580	0,1	14"x 8"
Para la extracción de aire		
Caudal (CFM)	Caída de presión pulg H ₂ O/100 pie	Ducto
12860	0,1	85"x 14"
12860	0,1	37"x 35"

Comparando los resultados obtenidos en el software con los calculados con el método gráfico, se observa que los resultados son similares, pero los ductos obtenidos en el software son más precisos, motivo por el cual se procederá a utilizar dichos valores para el diseño de planos y longitudes.

4.5.4 Jet fans

Con la finalidad de desplazar el aire en cada nivel de sótano desde la zona de inyección de aire hacia la zona de extracción del aire viciado, se ha proyectado la colocación de ventiladores del tipo Jets Fan, con la finalidad de que el aire viciado sea expulsado al exterior de la edificación mediante los extractores.

Los Jet Fans son un tipo de ventiladores de impulsión, diseñados para desplazar caudal en espacios grandes y de poca accesibilidad de aire externo como son los sótanos. También son de bajo nivel sonoro. Además, otra de sus ventajas es que reduce el tiempo de instalación. En conclusión, es la mejor alternativa versus a los extractores centrífugos. (Soler & Palau, 2022)

Para la selección de equipos, se ha tomado los datos técnicos de los ventiladores, analizando el caudal de extracción para cada caso, y comparándolo con el requerido por la zona a extraer el aire viciado. Asimismo, como se observa en la figura 4.13 se repartirá los flujos de manera uniforme en cada nivel de sótano según la dirección planteada en los planos de los sótanos Nro. 2 y Nro. 3 respectivamente.

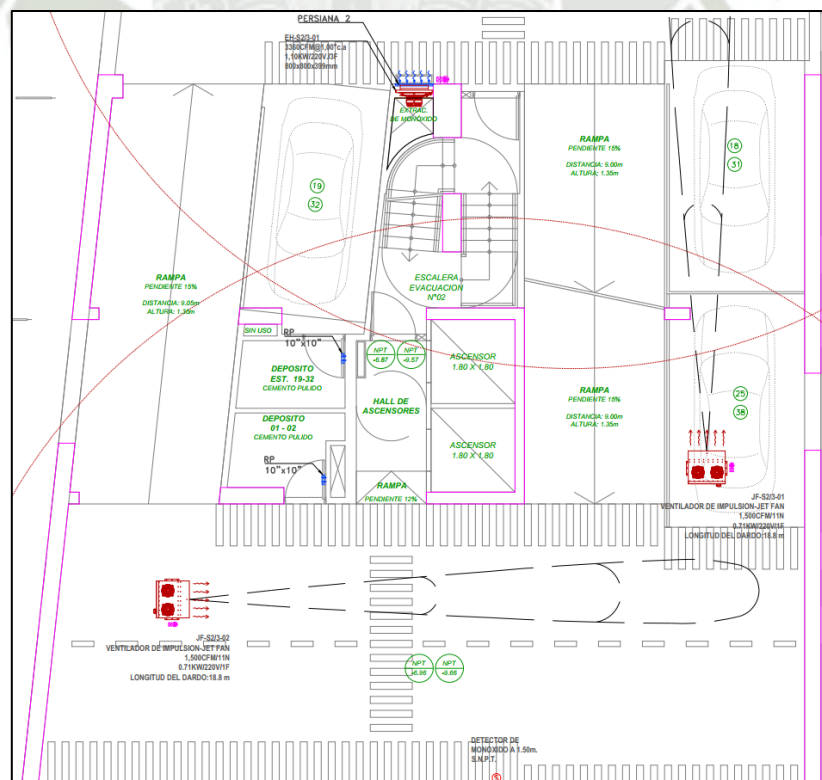


Figura 4.13 Ubicación de Jet Fan, Sótanos Nro. 2 y Nro. 3

Fuente: Extraído del Plano IM-02

Como punto inicial es importante determinar la distancia recorrida de aire, para lo cual se aplica la siguiente ecuación, de donde se tomaron las longitudes del plano de arquitectura.

$$Drec = (L_{rampa\ ing} + L_{rampa\ salida} + Recorrido)/2 \quad (4.8)$$

$$Drec = \frac{8m + 8m + 54,5m}{2}$$

$$Drec = 35,1\ m\ Aprox$$

Una vez determinada la distancia máxima, se procede a determinar la velocidad inducida o impulsión, para lo que se tiene:

$$Vind = Drec \cdot Renv/seg \quad (4.9)$$

Según los datos de diseño, se seleccionó un total de 5 renovaciones por hora, quedando entonces lo siguiente:

$$Vind = 35,1m \cdot 5/3600s$$

$$Vind = 0,048\ m/s$$

Para mejores resultados se sugiere que la velocidad de impulsión sea de un valor no menor de 0,25 m/s, para lo cual se podría ajustar el Nro. de renovaciones o ampliar el recorrido del aire.

Luego, la superficie de ventilación viene dada por la relación:

$$Svent = \frac{F}{0,52 \cdot \rho \cdot Vind^2} \quad (4.10)$$

Donde:

Svent = Superficie de ventilación (m²)

F = Fuerza (N)

ρ = densidad de aire de la ciudad (kg/m³)

Vind = Velocidad inducida (m/s)

$$S_{vent} = \frac{11N}{0,52 \cdot 1,22 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,25^2}$$

$$S_{vent} = 366,66 m^2$$

El Nro. de ventiladores viene dado por la relación:

$$N_{vent} = \frac{A}{S_{vent}} \quad (4.11)$$

$$N_{vent} = \frac{439 m^2}{366,66 m^2}$$

$$N_{vent} = 1,2$$

Lo que indica que se utilizarán 2 unidades por área, el caso aplica para los sótanos Nro. 1, Nro. 2 y Nro. 3.

Es importante destacar que al seleccionar ventiladores del tipo Jet Fan, se recomienda realizar una verificación con la Dinámica de Fluidos Computacional o CFD, con la finalidad de observar el comportamiento de fluido en el sistema de ventilación, y determinar si el sistema es capaz de renovar el aire de manera efectiva; para lo cual se debe considerar lo siguiente:

1. Se debe disponer de los planos en formato AutoCAD, en donde se observen y detalles la arquitectura del entorno (muros, vigas) así como las secciones a ventilar, la ubicación de los ductos para la impulsión de aire fresco y los ductos de extracción de fluido a renovar.
2. Se debe convertir la arquitectura planteada en su prototipo en 3D (se recomienda utilizar SolidWorks) con la finalidad de generar la geometría del sólido, crear el volumen de los estacionamientos y ubicar los puntos de impulso.
3. Se debe emplear el uso de un Software de CFD, como por ejemplo Flow Simulation, y se establecen valores de caudales, velocidad, presiones, ubicación de equipos, entre algunos.
4. Una vez realizado el análisis, se debe comprobar as velocidades y determinar si existen zonas de aire estancado.

4.6 DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS EN SÓTANOS

Una vez definido los caudales por punto, seleccionado los ductos y equipos se procede a realizar la distribución en planos de los equipos seleccionados, para lo cual se detallan por sótano las capacidades de los equipos de ventilación forzada.

En la tabla 4.8 se detalla los equipos seleccionados para la ventilación forzada en el sótano Nro. 1 (3 extractores, 1 inyector y 2 Jet Fan), especificando la cantidad, el caudal, la caída de presión, el tipo, la forma de transmisión, el motor y las dimensiones.

Tabla 4.8 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para el Sótano Nro. 1

Equipo		Ventiladores / Extractores					
	Cantidad	Caudal	Caída de presión	Tipo	Transmisión	Motor	Dimensiones
EC-S1-01	1	960	0,85	Centrífugo	Directa	0,5HP /220V 1F/60 Hz	563x430x430 mm
EHC-S1-01	1	580	1	Hélico Centrífugo	Directa	0,5HP /220V/ 3F/60 Hz	563x630x563 mm
IH-S1-01,02	2	2180	1	Hélico Centrífugo	Directa	0,96 kW /220V/ 3F/60 Hz	665x665x182 mm
EH-S1-01	1	4360	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,50 kW /220V 3F/60 Hz	850x850x395 mm
Total de equipos	5						
Equipo		Jet Fan					
	Cantidad	Caudal	Fuerza de Empuje (N)	Tipo	Transmisión	Motor	
JF-S1-01	1	1500	11	centrífugo	Directa	0,71 kW/220V /1F	
JF-S1-02	1	1500	11	centrífugo	Directa	0,71 kW/220V /1F	

La selección de los equipos se hace teniendo en cuenta los caudales por punto y las capacidades de generación de los equipos del mercado. En la tabla 4.9 se muestra los equipos seleccionados para la ventilación forzada en el sótano Nro. 2 y Nro. 3 (1 extractor, 2 inyectores y 2 Jet Fan) y en la tabla 4.10 se muestra los equipos seleccionados para la ventilación forzada en el sótano Nro. 4 (2 extractores y 3 inyectores).

Tabla 4.9 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para los Sótanos Nro. 2 y Nro. 3

Equipo		Ventiladores / Extractores					
	Cantidad	Caudal	Caída de presión	Tipo	Transmisión	Motor	Dimensiones
IH-S2/3-01	1	1680	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,1 kW /220V 3F/60 Hz	710x710x374 mm
EH-S2/3-01	1	3360	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,1 kW /220V 3F/60 Hz	800x800x3994 mm
IH-S2/3-02	1	1680	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,1 kW /220V 3F/60 Hz	710x710x374 mm
Total de equipos	3						
Equipo		Jet Fan					
	Cantidad	Caudal	Fuerza de Empuje (N)	Tipo	Transmisión	Motor	
JF-S2/3-01	1	1500	11	centrífugo	Directa	0,71 kW/220V /1F	
JF-S2/3-02	1	1500	11	centrífugo	Directa	0,71 kW/220V /1F	

Tabla 4.10 Capacidades de los Equipos de Ventilación forzada para el Sótano Nro. 4

Equipo		Ventiladores / Extractores					
	Cantidad	Caudal	Caída de presión	Tipo	Transmisión	Motor	Dimensiones
IC-S4-01	1	1390	1,5	centrífugo	Directa	1 HP/220V/ 3F/60 Hz	606x676x606 mm
EC-S4-01	1	1390	1,5	centrífugo	Directa	1 HP /220V 3F/60 Hz	606x676x606 mm
IHC-S4-01	1	280	1	Hélico Centrífugo	Directa	156W /220V/ 1F/60 Hz	250x250x410 mm
IH-S4-01	1	1500	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,1 kW /220V/ 3F/60 Hz	710x710x374 mm
EH-S4-01	1	1780	1	Hélico Centrífugo	Directa	1,1 kW /220V 3F/60 Hz	710x710x374 mm
Total de equipos	5						

Para el detalle de la ubicación de equipos y recorridos de los ductos, se realizan los planos adjuntos en los anexos de la propuesta.

4.6.1 Caso Sótano Nro. 4

El sótano Nro. 4 es una de las zonas con mayor cantidad de equipos, como se describió anteriormente, para el sistema de ventilación y extracción se ha diseñado un ducto de inyección de aire y un ducto de extracción de aire para realizar la recirculación del aire en el cuarto de bombas y el cuarto de la cámara de bombeo, como se observa en la figura 4.14 en la zona de los estacionamientos, se ha considerado un sistema de inyección - extracción con persianas de aire hélico-centrífugos de 1500 CFM y 1780 CFM que cubren la demanda de renovación de caudal de la zona.

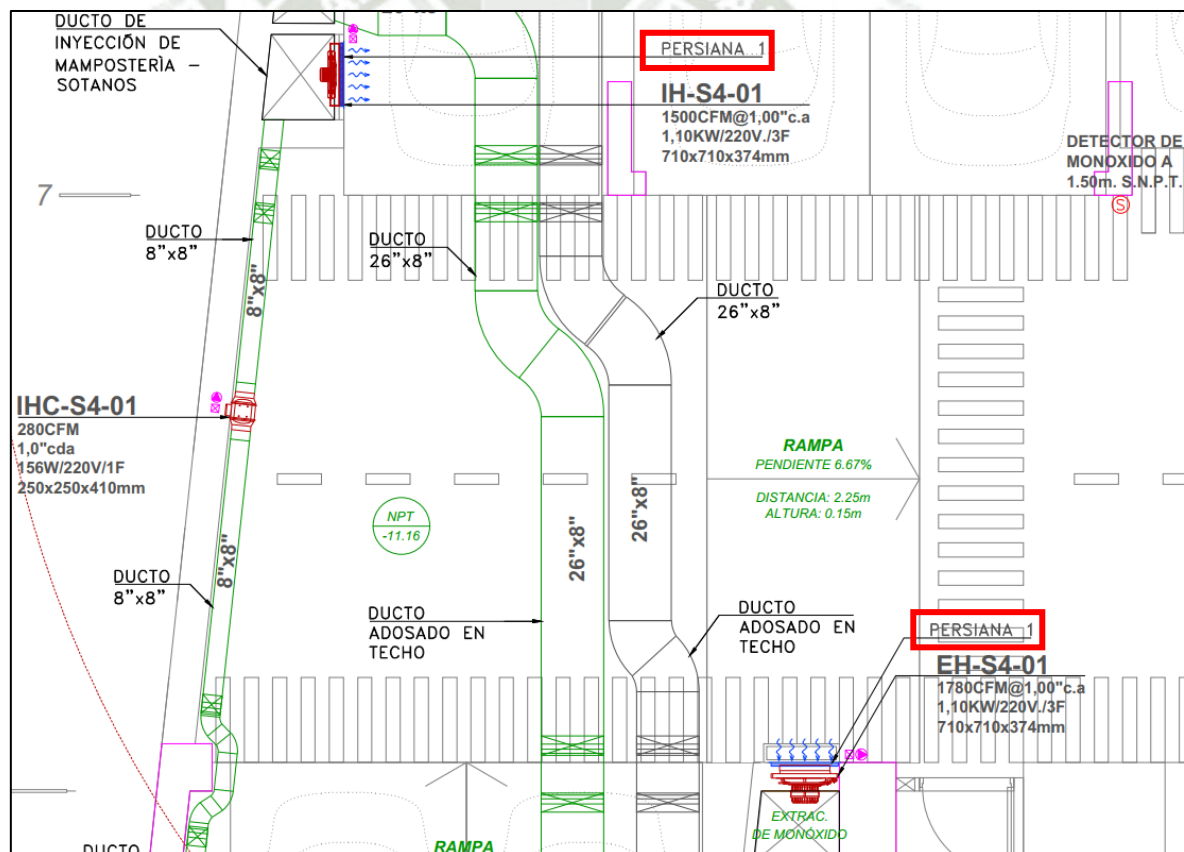


Figura 4.14 Persianas de Inyección Extracción de Aire

Fuente: Extraído del Plano IM-03

Para el caso del sistema de ductos, se identifican de color negro, el sistema de extracción el cual consta de EC-S4-01 el cual alimenta un ducto principal de 26" x 8" y deriva en un ducto de 20" x 8" y 10" x 6" con una longitud aproximada de 27 metros desde la rejilla de

extracción ubicada en el cuarto de bombas hasta el ducto de descarga. Las longitudes de todos los tramos han sido calculadas en plano dependiendo de la arquitectura de los sótanos.

Es importante destacar que el sensor de monóxido se ha colocado de tal manera, que su radio de acción cubra todas las zonas de estacionamiento tal y como se muestra en la figura 4.15, donde se resalta en color rojo la ubicación del sensor de monóxido y el círculo indica el radio de detección del mismo.

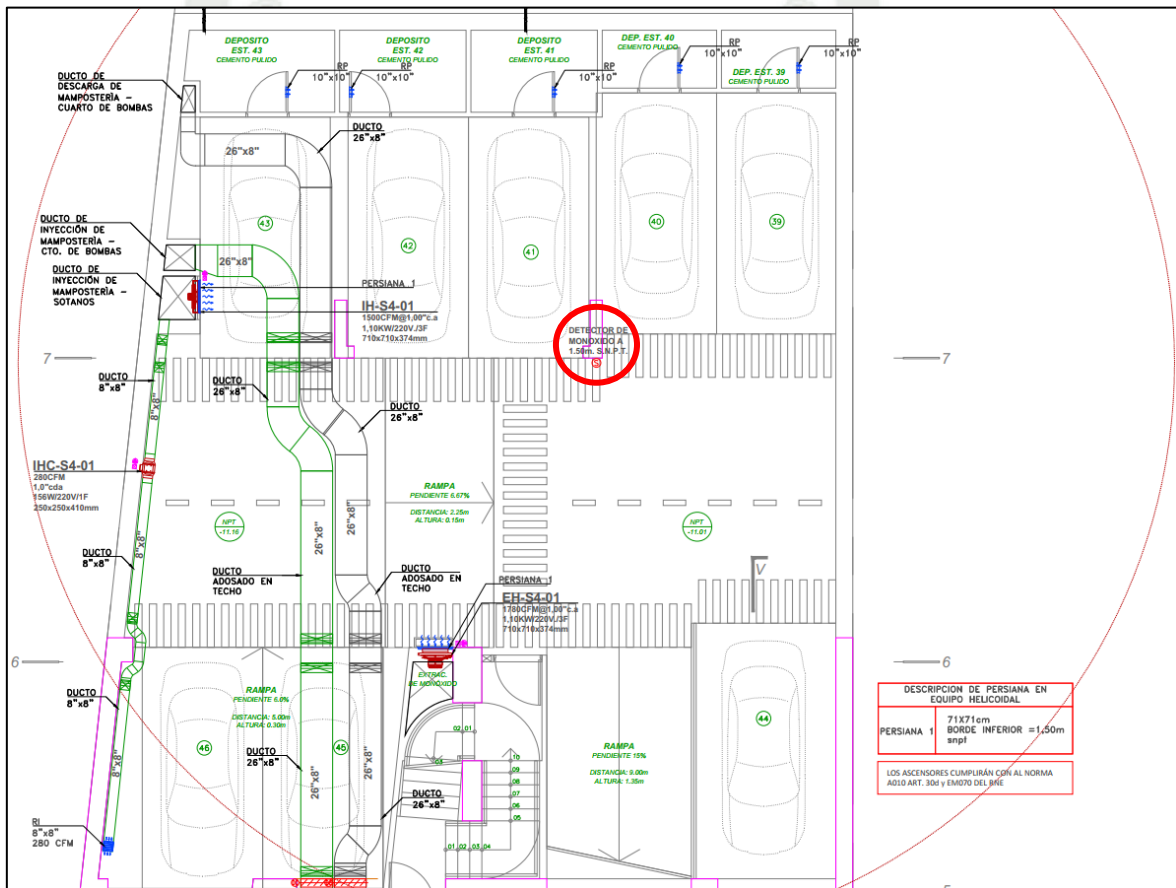


Figura 4.15 Radio de acción del Sensor de Monóxido

Fuente: Extraído del Plano IM-03

4.6.2 Caso Sótano Nro. 2 y Nro. 3

Posee un doble sistema de inyección de aire a través de inyectores hélico-centrífugos instalados en el ducto de inyección de mampostería diseñados en la estructura de la edificación.

El plano de dichos sótanos muestra la distribución de los equipos, así como el sistema de recirculación de aire a través de los Jet Fan, encargados de darle movimiento al aire y asegurar la recirculación del mismo. Para este caso y como se muestra en la figura 4.16, se utilizan dos sensores de monóxido por las dimensiones de los estacionamientos.

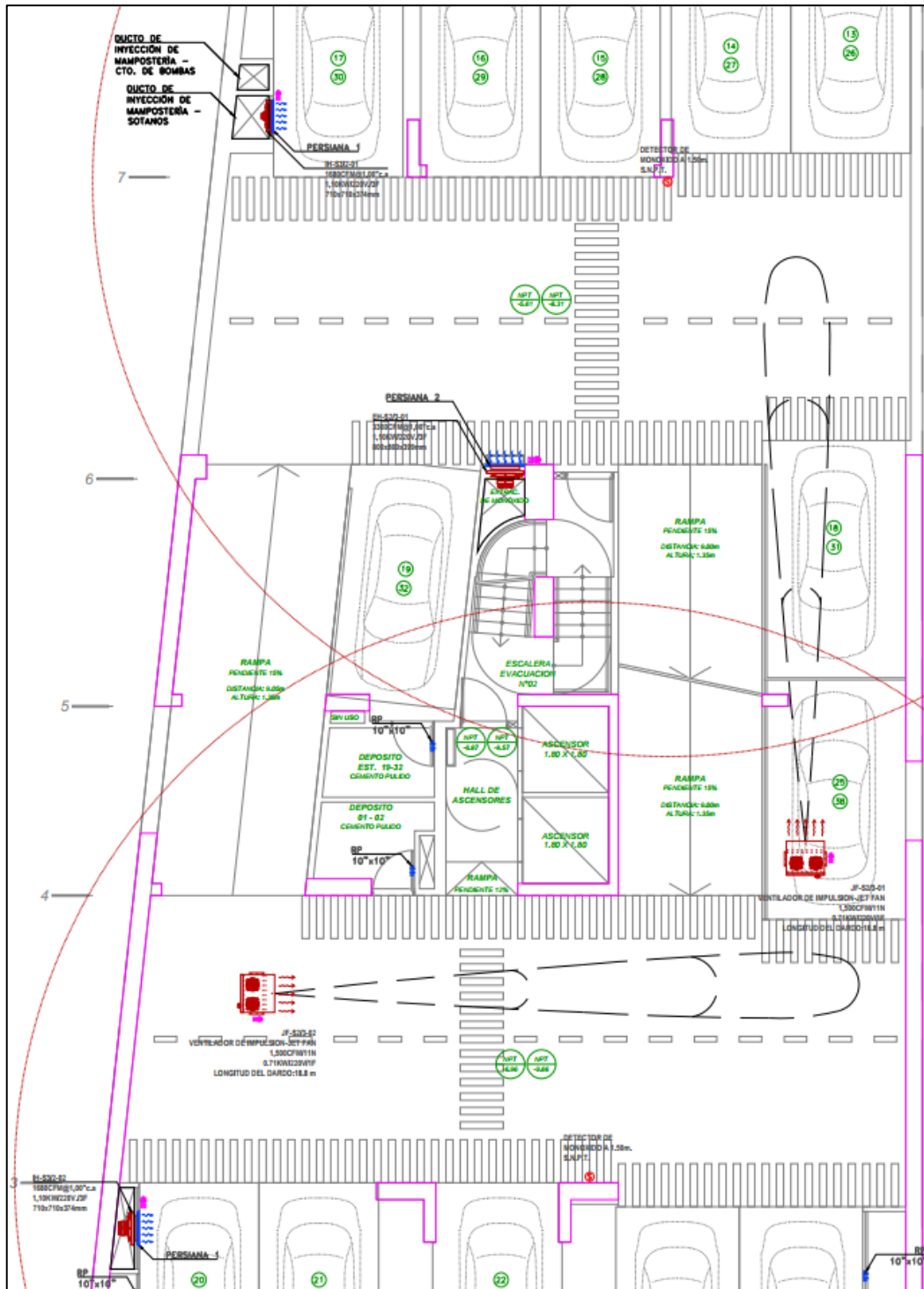


Figura 4.16 Vista General de Distribución de Equipos de los Sótanos Nro. 2 y Nro. 3

Fuente: Extraído del Plano IM-02

4.6.3 Caso Sótano Nro. 1

Está conformado por un ducto principal de extracción de 85”x 14” conectados al ducto de extracción de monóxido. Para este caso, se diseñaron sistema de ductos para diferentes ambientes, a saber:

a. Cuarto de Basura:

El cuarto de basura comprende un área de 12,05 m², está conformado por una rejilla de inyección y una de extracción, con un flujo de extracción de 580 CFM, para el cual se ha calculado un ducto de 14”x 8” con una longitud aproximada de 4,6 m hasta un extractor hélico-centrífugo de 580 CFM el cual se conecta a un ducto de extracción de 40”x 10” mediante un ducto de 14”x 8” de longitud aproximada de 8m que atraviesa el cuarto del grupo electrógeno.

Su sistema de inyección de aire, viene del ducto principal de inyección, de 40”x 20”, derivado hasta el cuarto de basura, en un ducto de 14”x 11” culminando en una rejilla de 14”x 14” colocada verticalmente, tal y como se observa en la figura 4.17.

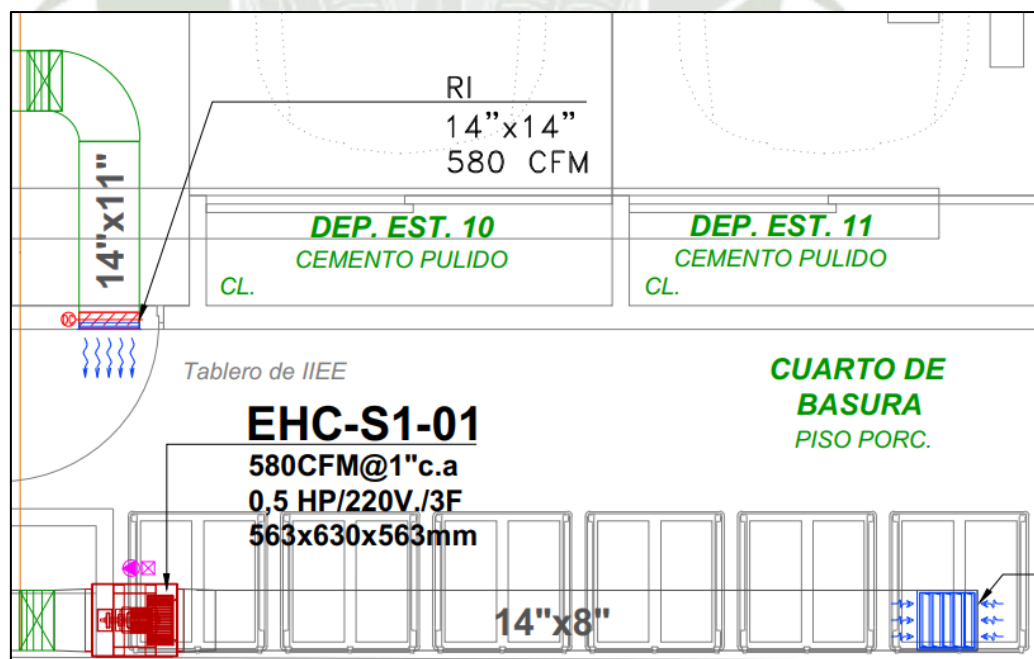


Figura 4.17 Cuarto de Basura

Fuente: Extraído del Plano IM-01

b. Cuarto del Grupo Electrógeno:

Comprende un área aproximada de 20,77 m², alojando el grupo electrógeno en su interior. Según los datos de placa del equipo a instalar, se requiere de un caudal de aire de 6110 CFM como se observa en la figura 4.18, provenientes del ducto de inyección de aire de 40"x20".

Adicionalmente, posee una tubería de escape de gases de 3" de diámetro más 2" de aislamiento, conectada al sistema de descarga de monóxido de 37"x35". Posee una rejilla de extracción de 14"x18" conectada a un extractor centrífugo de 960 CFM.

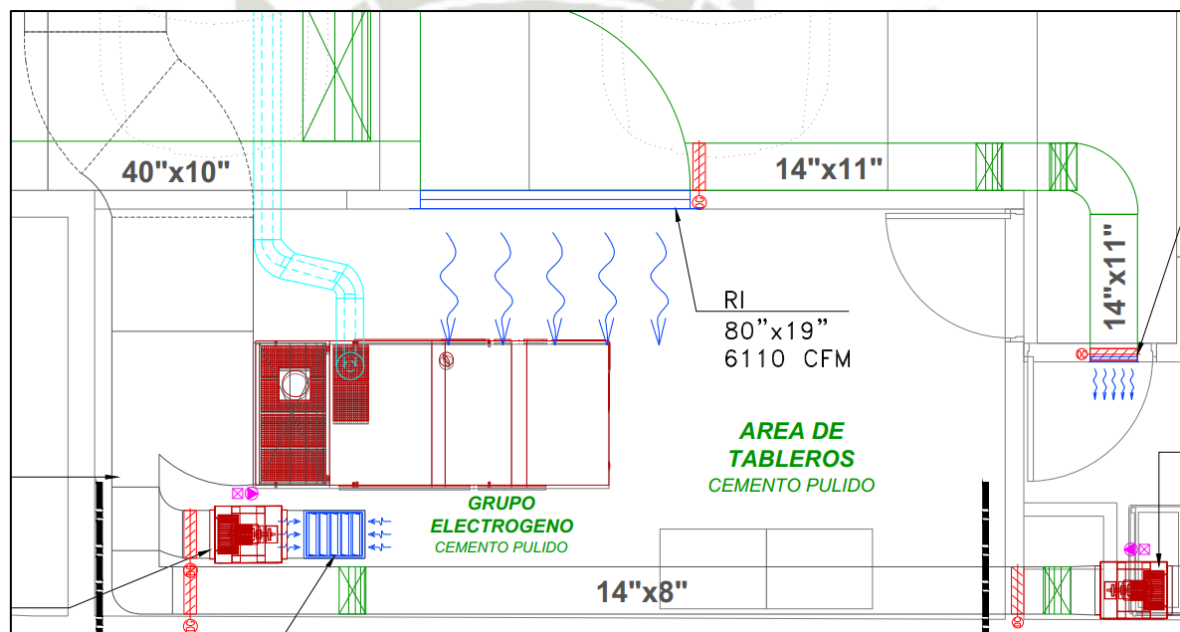


Figura 4.18 Cuarto del Grupo Electrógeno

Fuente: Extraído del Plano IM-01

Respecto a la zona de estacionamientos, posee dos inyectores hélico-centrífugos conectados a los ductos principales de inyección de aire, ambos con una capacidad de 2180 CFM, que interaccionan con dos ventiladores de impulsión del tipo Jet Fan de 1500 CFM cada uno, para hacer la renovación de aire. Respecto al sistema de extracción, está conectado al ducto de extracción de monóxido un extractor hélico-centrífugo de capacidad 4360 CFM.

Se considera la colocación de dos sensores de monóxido con un radio de detección de 12 metros como se muestra en la figura 4.19, los cuales gobernarán el accionamiento del sistema de renovación de aire para la extracción de los gases de monóxido emitidos por los

vehículos parqueados en dicho estacionamiento, además de la ubicación y disposición de otros equipos en el sótano Nro. 1.

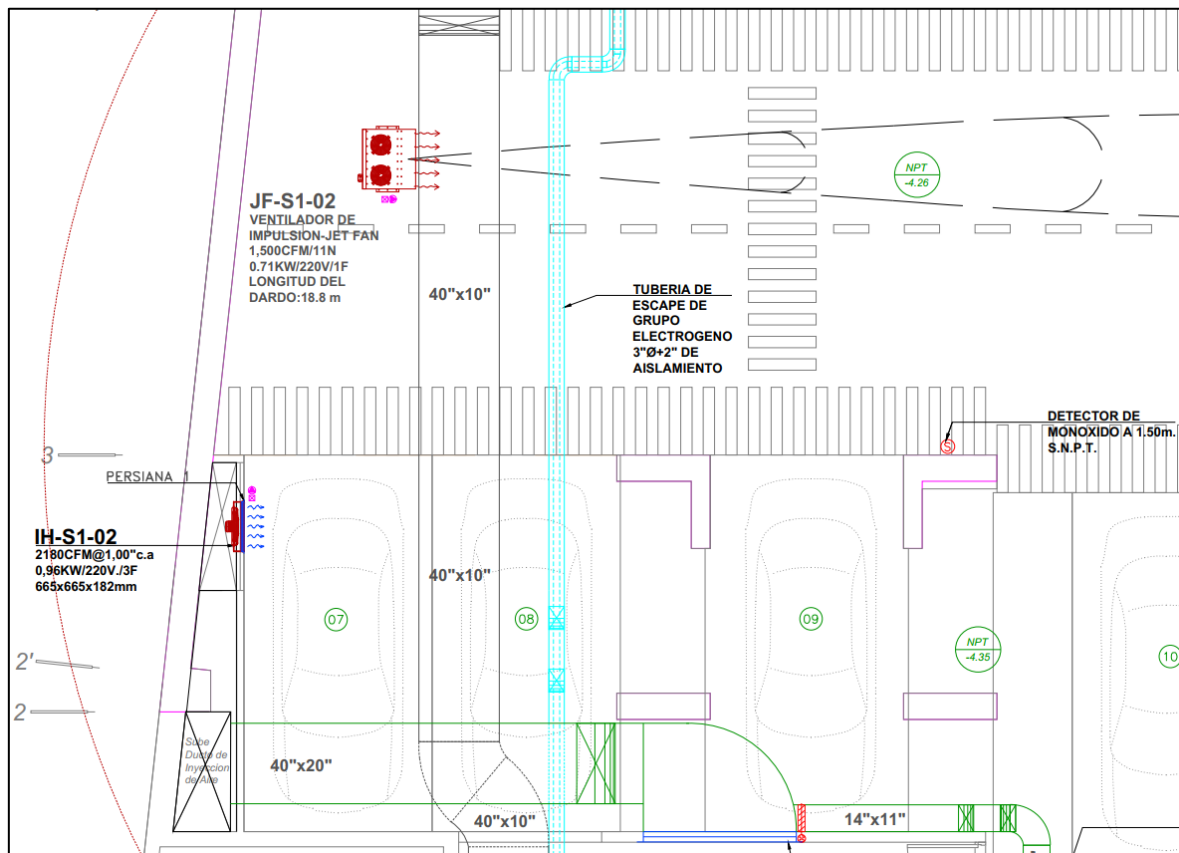


Figura 4.19 Disposición de Equipos del Sótano Nro. 1

Fuente: Extraído del Plano IM-01

4.6.4 Azotea y Techo

Una vez dimensionados todos los equipos y definida la arquitectura final, se procede a la ubicación final de los equipos de inyección y extracción de las áreas comunes, los cuales serán los encargados de recircular el aire a los diferentes ambientes.

Para ello, según la arquitectura del edificio, la disposición de estos equipos será en la azotea y techos, con el fin de que la liberación de los gases tenga el menor impacto en los habitantes de la zona.

La tabla 4.11 detalla el equipo a instalar en la azotea, en la figura 4.20 hace referencia a la ubicación de los equipos en la azotea, el cual corresponde a un Inyector centrífugo y se ubicará en una zona denominada zona técnica, en donde adicionalmente se recomienda

ubicar un Dámper Barométrico de Alivio de 29" x 18" (Figura 4.21) para la recirculación de aire en escaleras.

Tabla 4.11 Capacidades de los Equipos de Ventilación Azotea

Equipo	Ventiladores / Extractores					
	Cantidad	Caudal (CFM)	Caída de presión	Tipo	Transmisión	Motor
IC-A-01	1	5200	1,00	centrífugo	Directa	3 HP/220V/ 3F/60 Hz

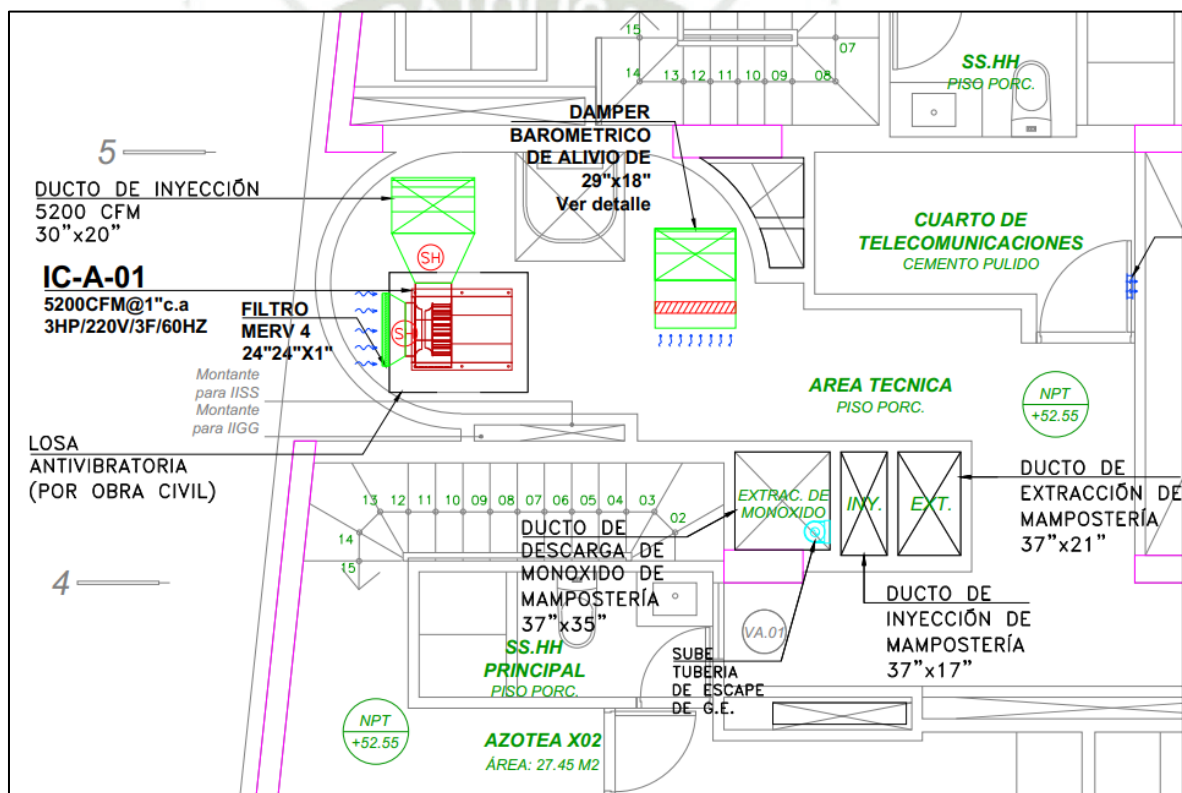


Figura 4.20 Disposición de Equipos en la Azotea

Fuente: Extraído del Plano IM-05

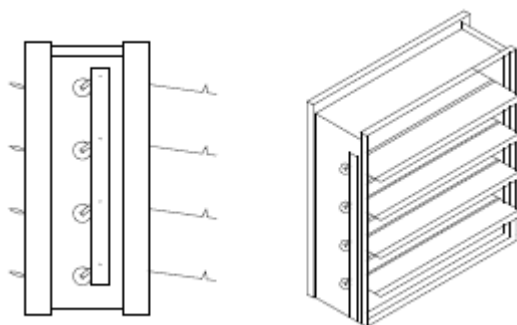


Figura 4.21 Detalle en Dámper Barométrico

Fuente: Elaboración propia

Se considera que para el montaje de los equipos se dispone de una losa anti vibratoria, la cual debe ser suministrada por los ejecutores de la obra civil, las dimensiones del ducto vienen preestablecidas por obra y son de 30”x 20”. Se recomienda la utilización de un Pre filtro del tipo MERV4 según Ashrae 52.2, con una arrestancia media entre 65% y 80% con la finalidad proteger los filtros de mayor eficiencia para retener las partículas de mayor tamaño tales como hojas, basura, pelusa y partículas de tamaño considerable.

Para el caso del techo, la tabla 4.12, hace referencia a los equipos dispuestos en esta zona, en donde se disponen un inyector centrífugo de 5035 CFM y un segundo extractor de 7600 CFM.

Tabla 4.12 Capacidades de los Equipos de Ventilación Techo

Equipo	Ventiladores / Extractores					
	Cantidad	Caudal (CFM)	Caída de presión	Tipo	Transmisión	Motor
IC-T-01	1	5035	2,00	centrífugo	Directa	3 HP/220V/ 3F/60 Hz
EC-T-01	1	7600	2,00	centrífugo	Directa	3 HP/220V/ 3F/60 Hz

En la figura 4.22 se observan los ductos de alimentación y extracción de aire, de dimensiones 21”x 36” para la extracción y 17”x 33” para la inyección. De igual manera se encuentran ubicados los ductos de descarga de monóxido de 37”x 35” el cual se conecta con la tubería de escape del grupo electrógeno.

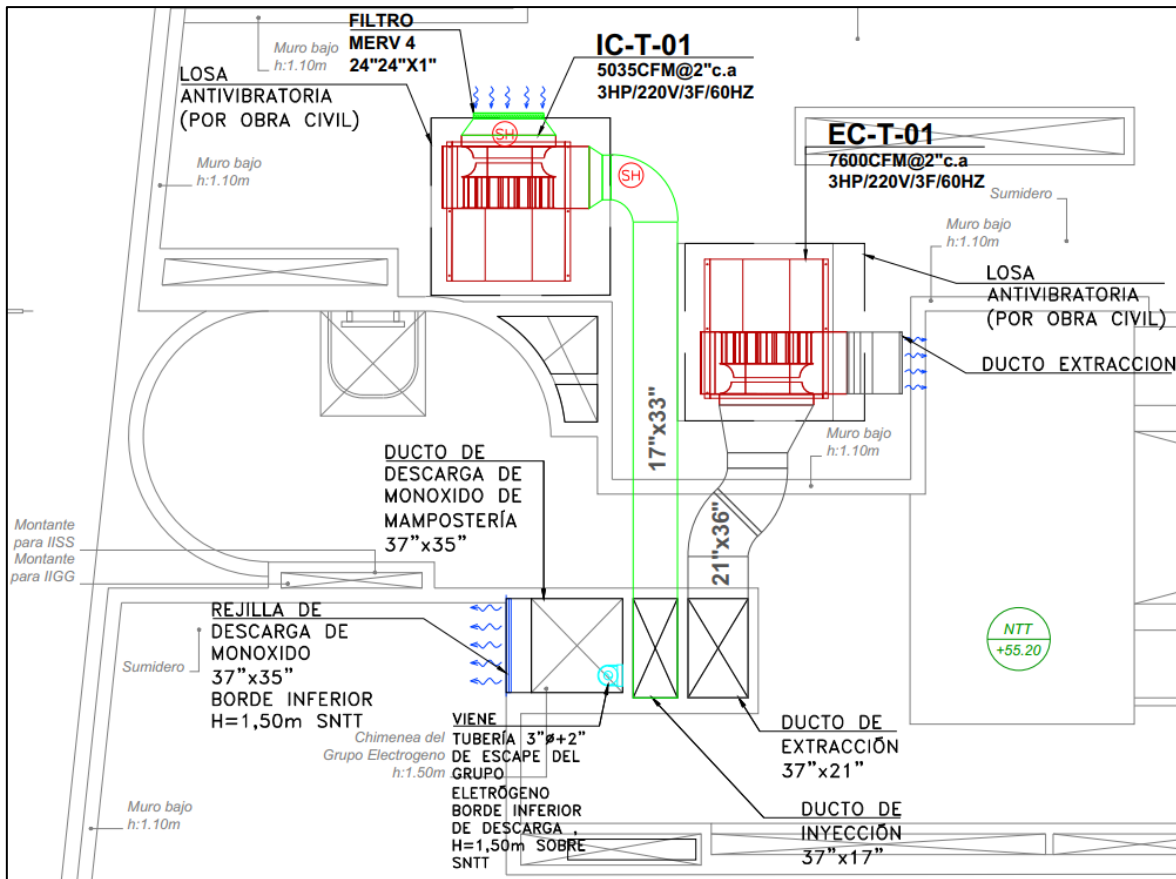


Figura 4.22 Plano Techo

Fuente: Extraído del Plano IM-06

De igual manera se recomienda la instalación de los filtros MERV 4, y la colocación de losas anti vibracionales para los equipos de inyección y extracción.

En base a todo lo anterior, se ha propuesto un sistema de extracción, conformado por un Extractor Centrifugo ubicado en el techo de la edificación de capacidad 7600 CFM, y un doble sistema de inyección de capacidades 5035 CFM y 5200 CFM. Cada sótano está conformado por una serie de equipos de inyección / extracción de acuerdo a los valores encontrados. Se considera un sistema de recirculación basado en Jet Fans para hacer circular el aire en las zonas de estacionamiento e impulsarlos desde el punto de inyección hasta el punto de extracción.

4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

4.7.1 Inyector/ Extractor Centrífugo

4.7.1.1 Gabinete

La estructura y tapas serán construidas de plancha galvanizada de un espesor mínimo de gauge 18. Tres de sus lados serán tapas atornilladas con empaquetaduras de neopreno. Llevará base para el motor, mecanismo para ajustar la faja y guarda faja fabricada de plancha galvanizada. (Marcial, 2019)

4.7.1.2 Rodete

El rodete será centrífugo con paletas inclinadas hacia atrás, construidas de aluminio. Llevará un cono aerodinámico de aluminio en el ingreso de aire. El rodete será balanceado de acuerdo con AMCA estándar 204.96 (AMCA STANDARD, 2020).

4.7.1.3 Motor

Los motores serán para trabajo pesado, con rodamientos de lubricación permanente. El motor llevará protección térmica entre las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase “B” factor de servicio = 1,15 (Marcial, 2019).

4.7.1.4 Rodamientos

Los rodamientos serán para trabajo pesado de lubricación permanente y seleccionados para una duración mínima de 200000 horas (Marcial, 2019).

4.7.1.5 Fajas y Poleas

El accionamiento del rodete es por medio de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable. Las fajas serán fabricadas resistentes al calor. Deberán de ser del tipo no estáticas (Mayna, 2018).

4.7.1.6 Filtros

Los ventiladores llevarán en la succión filtros lavables de malla de aluminio de 3 capas de ¼ de pulgada, los filtros se alojarán en canaletas de plancha galvanizada calibre 0,6 (Moreira, 2021).

4.7.1.7 Amortiguadores de Vibración

Los equipos se suministrarán y se instalarán con los respectivos amortiguadores de vibración recomendado por el fabricante (Moreira, 2021).

4.7.1.8 Certificaciones:

AMCA (Air and Sound performance) (AMCA STANDARD, 2020).

4.7.2 Extractor helicoidal – Monóxido

Se selecciona el uso de ventiladores helicoidales murales diseñados para grandes caudales de aire a baja velocidad, con persiana de apertura automática (Marcial, 2019).

4.7.2.1 Ventilador:

El marco del soporte debe ser en chapa de acero. La estructura en chapa de acero galvanizado. Hélice en chapa de acero galvanizado, rejilla de protección contra contactos dirección aire motor-hélice (Marcial, 2019).

4.7.2.2 Motor:

Los motores se consideran con eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 0,75kW, Motores clase F con rodamientos a bolas y protección IP55. Temperatura de trabajo: -25°C +50°C (Capcha, 2019).

4.7.2.3 Acabado:

Anticorrosivo en chapa de acero galvanizado.

4.7.2.4 Certificaciones

AMCA (sound and air performance) (AMCA STANDARD, 2020).

4.7.3 Inyector/extractor hélico-centrífugo (IHC/EHC)

Será del tipo cilíndrico “in line” con hélice hélico centrífugo, desmontable en los acoples de ingreso y salida a fin de facilitar el mantenimiento. Fabricado con plancha de acero protegida por pintura epóxica de poliéster y equipado con motor eléctrico de inducción asíncrono monofásico. El fabricante deberá proveer los manuales y catálogos de estos equipos incluyendo las curvas características de los diversos modelos. (Marcial, 2019)

4.7.3.1 CERTIFICACIONES

AMCA (sound and air performance) (AMCA STANDARD, 2020).

4.7.4 Detector de monóxido de carbono

Será del tipo para instalarse en gabinete, con un rango de 0-100 ppm, rango de temperatura en el cual trabaja – 10 °C a 45 °C, rango de humedad en el cual trabaja 10 a 95% sin condensación, tensión de trabajo 24 voltios AC o 110 voltios AC o 220V. (Capcha, 2019)

Culminada la instalación del sistema, se deberá realizar una prueba del mismo. Aleatoriamente, se ubicará una fuente de emisión de monóxido de carbono cerca de algunos sensores, monitoreando la emisión con un medidor de CO, el sensor enviará una señal de alarma en caso de alcanzará una concentración de 35 ppm de CO en un radio de 12 m; accionando el sistema. (Capcha, 2019)

4.7.5 Variadores de frecuencia

Según Marcial (2019) se deben seleccionar variadores de frecuencia, adecuados para operar a 380V, 60Hz, 3ph, con cubierta IP20, programable y con pantalla de cristal líquido, a ser comandados por transductores de velocidad del aire. Los variadores de frecuencia deberán contar con las siguientes características:

- Protección de Impedancia: 3%
- Voltaje del sistema: 230 VCA, 400 VCA.
- Temperatura Ambiente: 50 ° C - Abierto, 40 ° C - En Gabinete Frecuencia Fundamental: 60 Hz.
- Valor de Sobrecarga en tiempo corto: 200% de la corriente nominal por 3 minutos.
- Características de Inductancia: Con una sobrecarga del 150%, la inductancia mínima será $L = 80\%$ y con una sobrecarga de 200%, la inductancia mínima será $L = 50\%$.

4.7.6 Ductos metálicos

Se fabricarán e instalarán de conformidad a los tamaños y recorridos dimensionados en los planos de cada uno de los sótanos. Para la fabricación de los ductos se selecciona la utilización de planchas de fierro galvanizado de la mejor calidad tipo ZINC-GRIP o similar. (Mayna, 2018)

Para su fabricación se deben seguir las normas de la ASHRAE, SMACNA y los detalles adjuntos (ANSI/ASHRAE, 2019). Para la ejecución de los ductos se observarán las siguientes instrucciones:

- Para ductos hasta 12" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/54" de espesor, unidos por correderas de 1" a máximo 2,40 m. entre ellas.
- Para ductos entre 13" hasta 30" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/40" de espesor, unidos con correderas de 1" a máximo 2,40 m. entre ellas.
- Para ductos entre 31" hasta 45" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/27" de espesor, unidos por correderas de 1" a máximo 2,40 m. entre ellas.
- Para ductos entre 46" hasta 54" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/20" de espesor, unidos por correderas de 1½" a máximo 1,20 m. entre ellas.
- Para ductos entre 54" hasta 84" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/20" de espesor, unidos por correderas de 1½" a máximo 1,20 m. entre ellas, con refuerzos de ángulos de 1"x1/8" entre correderas.

Los ductos se sujetarán del techo o paredes con soportes de ángulo galvanizado de 11/2"x1/8" y varillas roscadas galvanizado de 3/8" de diámetro con tuerca y contratuerca de amarre.

Los soportes se fijarán a techos o paredes por medio de taco de expansión de 3/8", la distancia entre soportes no será mayor de 2 m.

La unión entre ducto y equipo será con juntas flexibles de neopreno de 25 cm de largo. Cuando los ductos atraviesen las juntas de dilatación del edificio se colocarán juntas flexibles de neopreno de 25 cm de largo. Una vez instalada la totalidad de los ductos para la extracción serán sometidas a prueba de fugas en conformidad con la última versión del SMACNA HVAC Air Duct Leakage Test Manual. (SMACNA, 2022)

El ensayo se realizará antes de realizarse la conexión a las campanas y extractores de aire. La falla de cualquier prueba dará lugar a la rectificación y realización de la prueba de presión en el 100% del recorrido de los ductos.

4.7.7 Dámper antirretorno

Serán fabricados de acero galvanizado tanto el marco como las aletas. Las aletas estarán unidas al marco por medio de pines de acero galvanizado. Las aletas del dámper serán

equipadas con sello de neoprene (unidos mecánicamente al borde de las aletas) para aplicaciones de bajas fugas. (Vargas, 2020)

4.7.8 Dámper de regulación manual

Los dámpers de regulación manual serán fabricados de plancha galvanizada de 1/40" de espesor y deberán contar con un dial de regulación externo, con indicación de la posición del dámper (Vargas, 2020).

4.7.9 Dámper de alivio

Se utilizarán para actuar en caso de sobrepresión en los ductos de presurización, las aletas de aluminio deben ser diseñadas para flujo horizontal. El eje de varilla excéntricamente pivoteado, diseñado para accionar a baja velocidad del aire. Cojinetes en ambos extremos para facilitar el giro del eje. Sellos de aletas de vinil para evitar fugas. (Marcial, 2019)

Los parámetros de funcionamiento de los dámpers barométricos a instalarse serán:

Presión de Apertura del Dámper :	0,1" C.A.
Temperatura :	180°F

4.7.10 Dámper cortafuego-humo

Los dámpers serán de plancha galvanizada, las aletas serán del tipo opuestas, tendrán un eje que girara en bocinas ancladas en el marco del dámper. Debe cumplir con las siguientes características (Marcial, 2019).

- Fire Rating: 2 horas (UL 555)
- Máxima Velocidad = 2000 FPM (UL 555)
- Máxima Presión = 4 pulgadas de columna de agua (UL 555)
- Máxima Temperatura = 350 °F (UL 555)
- Leakage Class = 1 (UL 555S)

Materiales:

- Marco de plancha galvanizada.
- Paleta (blade) de plancha galvanizada 16ga.
- Rodamiento = Bronze sleeve type.
- Fusible reseteable.

4.7.11 Rejilla de extracción

Serán de aletas inclinadas y se fabricarán de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones (Soler & Palau, 2022).

- La medida máxima de una pieza es de 36"x 36"; para medidas mayores se construirán en varias piezas según detalle adjunto.
- Las rejillas hasta 18" en el lado mayor se construirán con marco de plancha de 1/27" y las aletas de plancha de 1/54".
- Las rejillas de 19" hasta 36" en el lado mayor se construirán con marco de plancha de 1/24" y las aletas de plancha de 1/40".
- Todas las rejillas serán pintadas con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color y tipo a definir por el propietario.
- Todas las uniones de plancha serán con soldadura de punto.

4.7.12 Difusores/rejillas de inyección

Serán cuadrados o rectangulares fabricados de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones (Soler & Palau, 2022).

- Los difusores hasta 18" en el lado mayor se construirán con marco de plancha 1/27" y las aletas de plancha 1/54".
- Los difusores cuyo lado mayor sea superior a 18" se construirán con marco de plancha 1/24" y las aletas de plancha 1/40".
- Todos los difusores llevarán un DÁMPER de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para difusores hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para difusores mayores a 18".
- Todo el difusor será pintado con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color a tipo a definirse por el propietario.
- Todas las uniones de plancha serán con soldadura de punto.

4.7.13 Filtro de aire

Se instalarán filtros de aire de fibra polyester (MERV 4) en los inyectores con el objeto de evitar el ingreso de polvo al ambiente. El filtro de aire de fibra de polyester tipo lavable 1" de espesor para los caudales indicados, con una velocidad máxima de 500 FPM, instaladas

en marco de material inoxidable. Se colocará en rieles para fácil deslizamiento. (Salazar, 2018)

4.8 SISTEMA ELÉCTRICO, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Una vez definidos los elementos del sistema de extracción, se procede al diseño de los circuitos eléctricos del sistema propuesto.

Para iniciar el diseño de los circuitos eléctricos, se comienza con el circuito de control y potencia del sistema de ventilación de Grupo Electrónico.

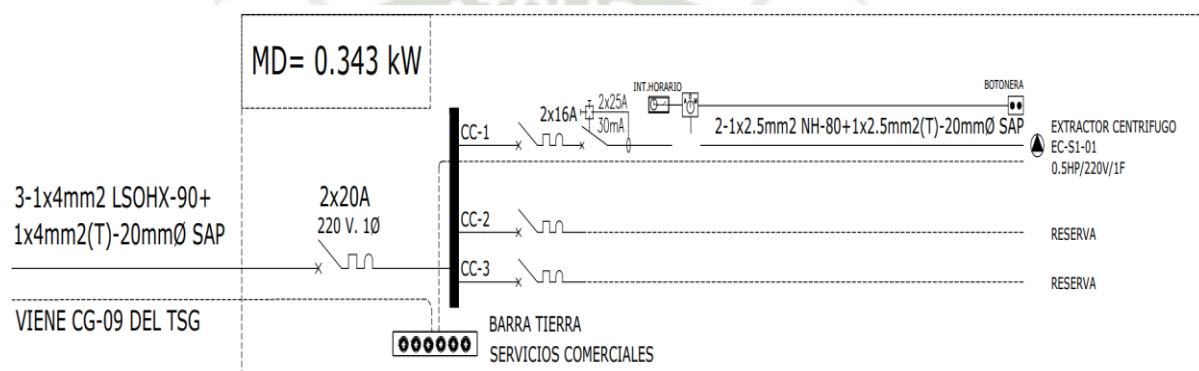


Figura 4.23 Circuito Eléctrico de Grupo Electrónico, TC-VGE

Fuente: Extraído del Plano IE-01

La figura 4.23 hace referencia al diseño del circuito eléctrico de control y potencia del sistema de extracción centrífugo EC-S1-02, de potencia 0,5 HP, para la cual se selecciona una protección de 16 amperios. El sistema de control se propone a través de un interruptor horario que se puede programar para el funcionamiento automático del mismo, previa recomendación del fabricante del equipo, de igual manera dispone de un circuito de encendido manual para el cual se considera la instalación de una botonera (sistema on-off).

Para el cuarto de bombas y cuarto de cámara de bombeo, en la figura 4.24 se plantea un circuito eléctrico con una protección de 16 amperios trifásicos para el Inyector Centrífugo, de capacidad 1 HP, de igual manera un circuito de 16 amperios trifásico para el circuito de Extractor Centrífugo de 1 HP, ambos debajo de un interruptor principal de 20 amperios que debe actuar en protección del tablero de servicios generales en caso de que exista alguna falla en uno de los equipos y su protección no la despeje.

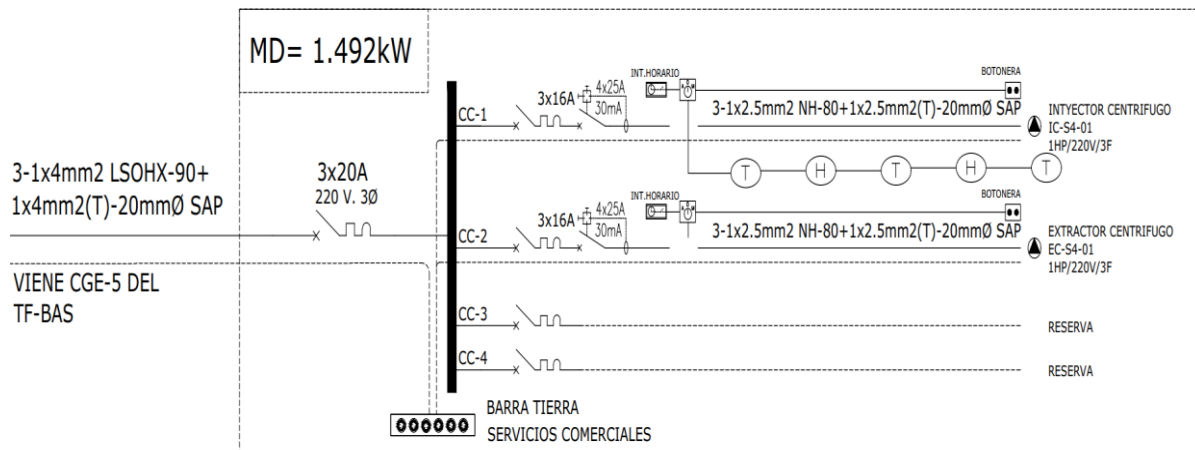


Figura 4.24 Circuito Eléctrico de Cuarto de Bombas y Cuarto de Cámara de Bombeo, TC-VBAS

Fuente: Extraído del Plano IE-01

De igual manera, ahora este caso se considera un sistema de control basado en un circuito conectado a un controlador horario, el cual se programará de acuerdo a la necesidad de extracción del sistema. De igual manera se puede conectar de manera manual a través del cajetín tipo botonera para encendido y apagado.

Con respecto al sistema del cuarto de basura, en la figura 4.25 se propone un tablero de control y potencia con una capacidad de 16 amperios para una carga trifásica relacionada con el extractor hélico-centrífugo de 0,5 HP. Al igual que los casos anteriores, se propone un sistema de control por un reloj horario, y un sistema de encendido on-off.

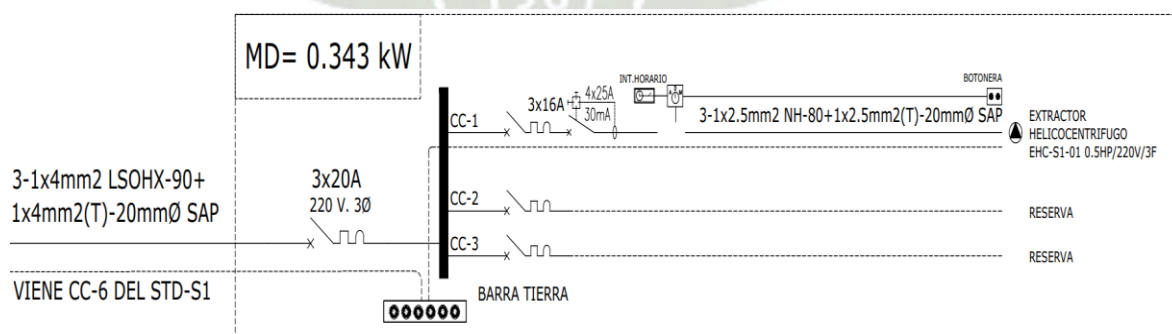


Figura 4.25 Circuito Eléctrico de Cuarto de Basura, TC-VBA

Fuente: Extraído del Plano IE-01

El diseño del sistema de control y fuerza del sótano Nro. 1 mostrado en la figura 4.26, está compuesto por 4 circuitos ramales que controlan el equipo Jet Fan, así como los sistemas de inyección y extracción helicoidal, cada circuito conectado a una protección de 16 amperios del tipo trifásico. Cada uno de los sistemas está controlado por un controlador horario y un sistema de encendido on-off, de igual manera, cuentan con la activación del sistema a través de los diferentes sensores de monóxido, los cuales, al detectar valores elevados, acciona su circuito hasta que los mismos lleguen a los niveles deseados.

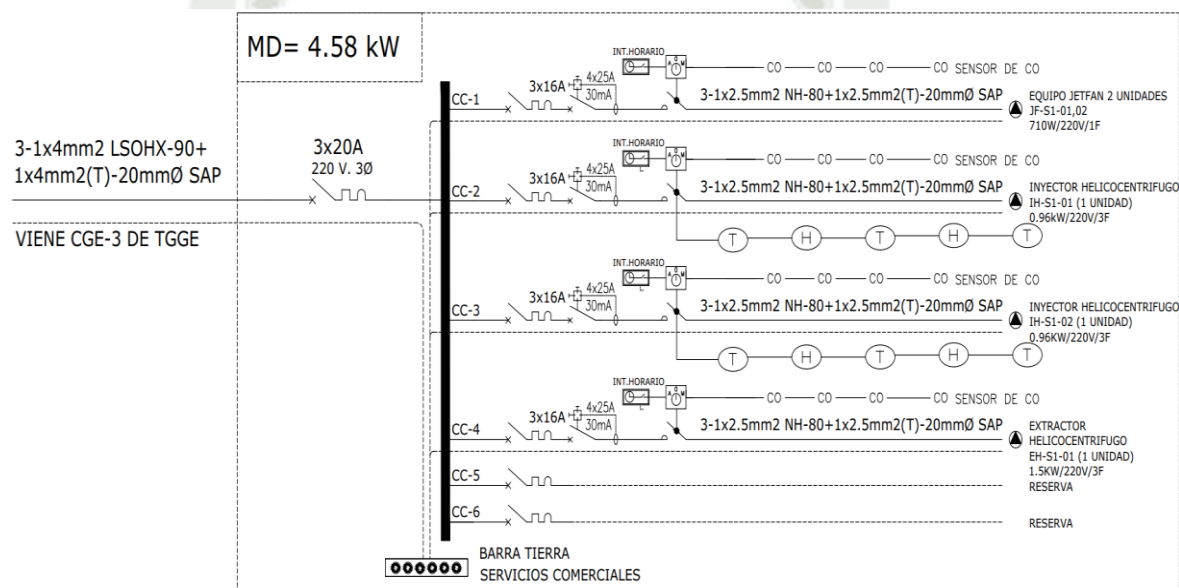


Figura 4.26 Circuito Eléctrico del Sótano Nro. 1, TC-S1

Fuente: Extraído del Plano IE-01

A manera general, el funcionamiento del sistema de monóxido funcionará de la siguiente manera:

- El ingreso del aire será por los inyectores ubicados en cada sótano.
- El sistema al detectar 35 ppm de CO, activa de manera automática extractores al 100% del caudal total, de igual manera, todos los inyectores del sótano del montante de ingreso de aire funcionaran al 100% del caudal total.
- Para una ventilación permanente de los sótanos, se propone la instalación de un control horario para el encendido de los equipos, el horario final de funcionamiento dependerá de las necesidades finales del recinto.

Para el sótano Nro. 2, se tiene diagrama eléctrico indicado en la figura 4.27, su lógica de funcionamiento es similar al tablero TC-S1.

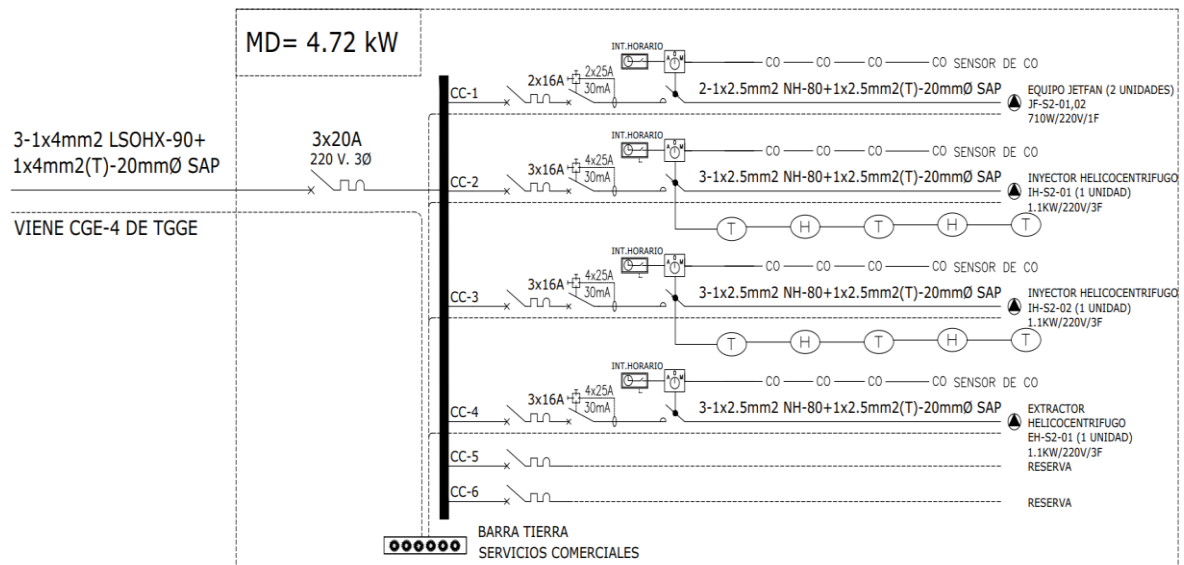


Figura 4.27 Circuito Eléctrico del Sótano Nro.2, TC-S2

Fuente: Extraído del Plano IE-01

Para los sótanos Nro. 3 y Nro. 4, la figura 4.28 hace referencia a su diagrama eléctrico, en este caso, la operación de los circuitos es similar al indicado para el tablero TC-S1, pero con la diferencia de que maneja una carga mucho mayor, lo que se traduce en 7 circuitos de potencia y control, el cual corresponde a 2 equipos Jet fan, 4 inyectores helicoidales y 2 extractores.

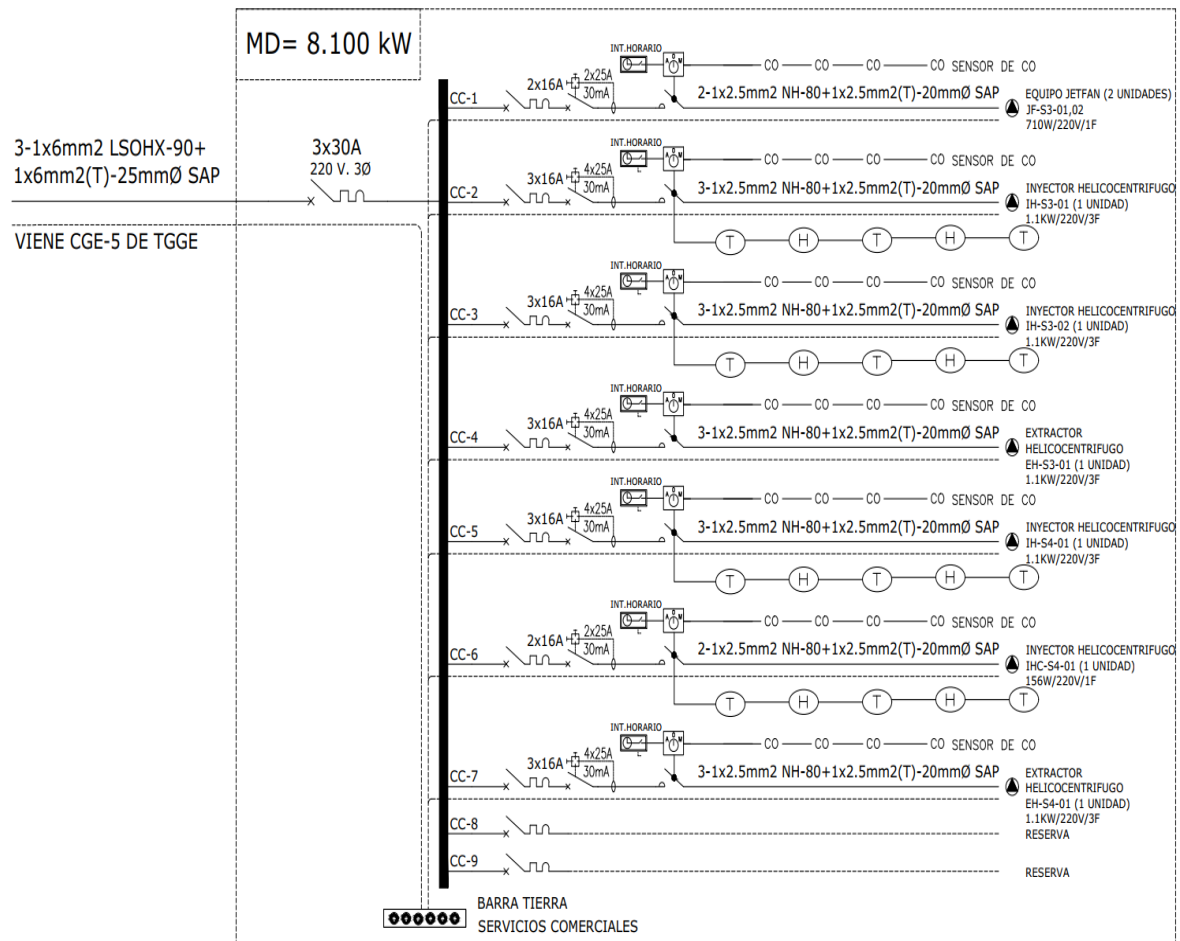


Figura 4.28 Circuito Eléctrico de los Sótanos Nro. 3 y Nro. 4, TC-S3

Fuente: Extraído del Plano IE-01

4.9 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA VS CONSUMO ELÉCTRICO

El sistema de inyección y extracción de aire en los sótanos del edificio multifamiliar, posee la particularidad de funcionar bajo un sistema semi automatizado, basado en sensores de monóxido y relojes horario para la activación y desactivación de sus circuitos.

Una vez definidos los circuitos de control y potencia, se procede a analizar el funcionamiento de cada uno de los equipos en pro de determinar el consumo eléctrico total del sistema. Los datos obtenidos en la fase de diseño de cada una de las áreas indican el número de renovaciones por hora, los cuales se usaron para poder realizar una estimación económica del sistema planteado. Se analizó el funcionamiento en cada sótano, así como la manera en la que interactúan los equipos y la duración de cada uno de ellos.

El primer sistema a analizar, es el conformado por los ductos y equipos de extracción de monóxido, los cuales tiene el mismo comportamiento para todos los sótanos. De principio es importante destacar que el sistema está compuesto por una serie de ducterías, equipos de inyección de aire limpio y extracción de aire viciado; y para el caso de los sótanos Nro. 1, Nro.2 y Nro. 3, un par de Jet Fans para hacer la recirculación del aire y mover el aire inyectado dentro de los recintos.

Cada sótano cuenta con sensores de monóxido, los cuales tienen una concentración máxima permitida de CO de 35 ppm, durante 1 hora de exposición, que se encargan de la activación y desactivación del sistema, de igual manera la tabla 3.2, hace referencia a los caudales, número de vehículos por estacionamiento y consideraciones de diseño, lo cual se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 4.13 Parámetros de Diseño del Sistema de Extracción de Monóxido

Parámetros de Diseño	Sótano Nro. 1		Sótano Nro. 2 y Nro. 3		Sótano Nro. 4	
Número de Estacionamientos	12 autos		13 autos		8 autos	
Número de Autos en operación o en tránsito	80%	10 autos	80%	11 autos	80%	7 autos
80% 10 Autos						
Emisiones de Monóxido de Carbono (CO) por automóvil €	21 g/min	1260 g/h	21 g/min	1260 g/h	21 g/min	1260 g/h
Concentración Max. Permitida de CO durante 1 hora de exposición	35 ppm		35 ppm		35 ppm	
Tiempo de ingreso o salida de auto del estacionamiento (θ)	60 seg		60 seg		60 seg	
Nro. de Renovaciones	5		5		5	

Según los parámetros de diseño (Tabla 4.13), se establece que, con una utilización del 80% en el número de autos en operación y tránsito, se tiene una emisión total de CO de 12600 g/h para cada uno de los niveles de los sótanos, lo que hace necesario que el sistema renueve el aire 5 veces cada hora.

De igual manera, la eficiencia del sistema viene dada por el tiempo que puede durar cada una de las renovaciones, para lo cual se estudiarán dos casos, renovaciones ultra eficientes con un tiempo de 3 minutos cada renovación, y renovaciones eficientes, recomendadas por los fabricantes de los equipos de 5 minutos cada renovación. Estos casos dependerán del nivel de ocupación de cada uno de los sótanos y de mediciones realizadas, con la finalidad de determinar si se hace necesario o no, 5 minutos para renovación de aire.

A manera general, el proyecto contempla que cada sótano está diseñado para funcionar de manera independiente, de igual manera se consideró el uso de 2 sensores de CO para los sótanos del Nro. 1 al Nro. 3 y 1 sensor de CO para el sótano Nro. 4, controlados por un temporizador a “T” minutos (T dependerá de la eficiencia del sistema), los cuales enviarán una señal de arranque al extractor centrifugo que gobierne y los “Jet-Fan”, en caso de detectarse una concentración de monóxido de carbono igual o mayor a 35 ppm.

Si una vez transcurrido el tiempo “T” los sensores de monóxido de carbono siguen enviando una señal de 35 ppm o más, el sistema seguirá encendido durante otros “T” minutos hasta eliminar la concentración de monóxido de carbono. Lo cual hace que un sistema eficiente puede estar encendido dos ciclos, es decir 10 minutos, o un sistema super eficiente pueda estar encendido 6 min o 9 minutos para tres ciclos.

El sistema de extracción de monóxido se deriva a un tablero de fuerza y un tablero de control, cuya lógica consiste en que cuando el sensor detecta más de 35 ppm envía la señal al tablero y activa el extractor principal y los Jet fan del piso en el que se encuentra, la señal puede ser recibida por más de un sensor a la vez por piso. Pueden llegar a prenderse de dos pisos e incluso de los 4 pisos a la vez dependiendo de la detección de los sensores en cada piso.

Respecto al factor de utilización, se tiene lo siguiente:

Para un $T = 5$ min y $R_{env} = 5$, se tiene una operación del sistema de 25 min, lo que representa 0,42h.

Para un $T = 3$ min y $R_{env} = 5$, se tiene una operación del sistema de 15 min, lo que representa 0,25h.

La tabla 4.14 indica la carga por equipo en cada uno de los sótanos, para un factor de utilización de $T = 5$ min de igual manera se indican la potencia consumida por hora, día, mes y año.

Tabla 4.14 Consumo Eléctrico del Sistema de Extracción de Monóxido para un T = 5 min

Equipo: Sistema de extracción de Monóxido T = 5 min									
Sótano Nro. 1		Cantidad	Caudal	Potencia kW	F.U.	kW/h	kW/h por día	kW/h Año	
Inyector General	IH-S1-01,02	1	2180	0,96	0,42	0,40	9,68	3532,03	
Extractor monóxido	EH-S1-01	1	4360	1,5	0,42	0,63	15,12	5518,80	
Recirculación de aire	JF-S1-01	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Recirculación de aire	JF-S1-02	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Sótano Nro. 2								Total Consumo Anual Sótano Nro. 1	14275,30 kW/h
Inyección general	IH-S2-01	1	1680	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Extractor monóxido	EH-S2-01	1	3360	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Inyección mampostería	IH-S2-02	1	1680	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Recirculación de aire	JF-S2-01	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Recirculación de aire	JF-S2-02	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Sótano Nro. 3								Total Consumo Anual Sótano Nro. 2	17365,82 kW/h
Inyección general	IH-S3-01	1	1680	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Extractor monóxido	EH-S3-01	1	3360	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Inyección mampostería	IH-S3-02	1	1680	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Recirculación de aire	JF-S3-01	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Recirculación de aire	JF-S3-02	1	1500	0,71	0,42	0,30	7,16	2612,23	
Sótano Nro. 4								Total Consumo Anual Sótano Nro. 3	17365,82 kW/h
Inyector lateral	IHC-S4-01	1	280	0,156	0,42	0,07	1,57	573,96	
Inyector General	IH-S4-01	1	1500	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Extractor monóxido	EH-S4-01	1	1780	1,1	0,42	0,46	11,09	4047,12	
Total Consumo Anual Sótano Nro. 4								8668,20 kW/h	
Consumo Total Anual de todo el Sistema de Extracción de Monóxido para T = 5 min								57675,14 kW/h	

La tabla 4.15 indica la carga por equipo en cada uno de los sótanos para un $T = 3$ min.

Tabla 4.15 Consumo Eléctrico del Sistema de Extracción de Monóxido para un $T = 3$ min

Equipo: Sistema de extracción de Monóxido $T = 3$ min									
Sótano Nro. 1		Cantidad	Caudal	Potencia kW	F.U.	kW/h	kW/h por día	kW/h Año	
Inyector General	IH-S1-01,02	1	2180	0,96	0,25	0,24	5,76	2102,40	
Extractor monóxido	EH-S1-01	1	4360	1,5	0,25	0,38	9,00	3285,00	
Recirculación de aire	JF-S1-01	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Recirculación de aire	JF-S1-02	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Sótano Nro. 2								Total Consumo Anual Sótano Nro. 1	8497,20 kW/h
Inyección general	IH-S2-01	1	1680	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Extractor monóxido	EH-S2-01	1	3360	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Inyección mampostería	IH-S2-02	1	1680	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Recirculación de aire	JF-S2-01	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Recirculación de aire	JF-S2-02	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Sótano Nro. 3								Total Consumo Anual Sótano Nro. 2	10336,80 kW/h
Inyección general	IH-S3-01	1	1680	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Extractor monóxido	EH-S3-01	1	3360	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Inyección mampostería	IH-S3-02	1	1680	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Recirculación de aire	JF-S3-01	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Recirculación de aire	JF-S3-02	1	1500	0,71	0,25	0,18	4,26	1554,90	
Sótano Nro. 4								Total Consumo Anual Sótano Nro. 3	10336,80 kW/h
Inyector lateral	IHC-S4-01	1	280	0,156	0,25	0,04	0,94	341,64	
Inyector General	IH-S4-01	1	1500	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Extractor monóxido	EH-S4-01	1	1780	1,1	0,25	0,28	6,60	2409,00	
Total Consumo Anual Sótano Nro. 4								5159,64 kW/h	
Consumo Total Anual de todo el Sistema de Extracción de Monóxido para $T = 3$ min								34330,44 kW/h	

Se observa que, para el sistema con eficiencia de 5 min por renovación, el consumo total por año es del 68% más que para el sistema con tiempo de 3 min, para lo cual resulta de vital importancia la adecuada calibración del sistema.

Para las áreas técnicas (Tabla 4.16), se diseñó según los criterios de selección de equipos señalados en la tabla 3.4, los siguientes parámetros de diseño son con F.U. de T=1 min.

Tabla 4.16 Parámetros de Diseño para Áreas Técnicas

Ambientes	N° Ren. (Ren/hr)	Caudal Nom. (CFM)	F.U. T=1min
Sótano Nro. 4			
Cuarto cámara de bombeo	40	230	0,66
Cuarto de bombas	20	980	0,33
Sótano Nro. 1			
Cuarto de residuos sólidos	20	580	0,33
Cuarto del grupo electrógeno	20	730	0,33

Al igual que en el caso anterior, la duración de una renovación determina la eficiencia del sistema, motivo por el cual se estudiarán bajo los mismos criterios de diseño, para el cual, las renovaciones deben durar 1 min. Dicho esto, la tabla 4.17 indica el consumo de energía eléctrica por equipo para cada una de las áreas técnicas.

Tabla 4.17 Consumo Eléctrico Anual de Zonas Técnicas

Zonas Áreas Técnicas								
Sótano Nro. 1		Cantidad	Caudal	Potencia kW	F.U.	kW/h	kW/h por día	kW/h Año
Grupo electrógeno	EC-S1-01	1	960	0,37	0,33	0,12	2,93	1069,60
Cuarto basura	EHC-S1-01	1	580	0,37	0,33	0,12	2,93	1069,60
Sótano Nro. 4	Total Consumo Anual Sótano Nro. 1							2139,19 kW/h

Cámara de bombeo	IC-S4-01	1	1390	0,75	0,66	0,50	11,98	4336,20
Cuarto de bombas	EC-S4-01	1	1390	0,75	0,33	0,25	5,94	2168,10
Total Consumo Anual Sótano Nro. 4								6504,30 kW/h
Consumo Total Anual de todo el Sistema de Ventilación de Áreas Técnicas								8643,49 kW/h

Es importante destacar que este sistema es fundamental para el funcionamiento adecuado de la edificación, depurando el aire en dichas zonas. El consumo anual promedio en potencia considerando el tiempo más eficiente $T = 3$ min sería de 42973,93 kW/h.



5 ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 COSTOS RELACIONADOS CON EL CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS EQUIPOS POR SÓTANO

La tabla 5.1 indica el consumo anual teórico del sistema de ventilación diseñado, teniendo en cuenta las consideraciones de eficiencia para cada caso en particular.

Tabla 5.1 Coste Total Anual de la Energía por Año

Equipo	kW/H año	Coste energía			Total
Sistema Monóxido T=5min					
Consumo Anual Sótano N.1	14275,30	S/	0,64	S/	9161,88
Consumo Anual Sótano N.2	17365,82	S/	0,64	S/	11145,39
Consumo Anual Sótano N.3	17365,82	S/	0,64	S/	11145,39
Consumo Anual Sótano N.4	8668,20	S/	0,64	S/	5563,25
Zona técnica		S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S1	2139,19	S/	0,64	S/	1372,93
Consumo Anual Técnico S2	0	S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S3	0	S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S4	6504,30	S/	0,64	S/	4174,46
Coste total anual de la Energía por año T = 5min					S/ 42563,30
Equipo	KW/H año	Coste energía			Total
Sistema Monóxido T=3min					
Consumo Anual Sótano N.1	8497,20	S/	0,64	S/	5453,50
Consumo Anual Sótano N.2	10336,80	S/	0,64	S/	6634,16
Consumo Anual Sótano N.3	10336,80	S/	0,64	S/	6634,16
Consumo Anual Sótano N.4	5159,64	S/	0,64	S/	3311,46
Zona técnica		S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S1	2139,19	S/	0,64	S/	1372,93
Consumo Anual Técnico S2	0	S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S3	0	S/	0,64	S/	-
Consumo Anual Técnico S4	6504,30	S/	0,64	S/	4174,46
Coste total anual de la Energía por año T = 3 min					S/ 27580,67

En relación a los costos, es importante destacar que la selección de la eficiencia del sistema influye directamente en los costes anuales derivados del consumo de energía eléctrica, es por eso que la calibración final es muy importante, con la finalidad de afinar los tiempos de funcionamiento del sistema y disminuir los costos derivados a su uso.

5.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DEL DISEÑO

Se muestra a continuación el presupuesto de referencia (Tabla 5.2) para darnos una idea del costo de equipos y accesorios del diseño de sistema de ventilación, estos valores pertenecen al mes de marzo del 2022 lo cual está en dólares, dándonos un total de \$48663,28.

Tabla 5.2 Presupuesto Referencial de Equipos y Accesorios del Diseño

Descripción	Cantidad	P.U.	Total
Ventilador hélico Centrífugo 1,1 kW 3F 1680 CFM 220V	2	\$ 721,76	\$ 1443,52
Ventilador hélico Centrífugo 1,1 kW 3F 3360 CFM 220V	1	\$ 986,89	\$ 986,89
Jet Fan 0,71 kW 220V 1F 1500 CFM	4	\$ 2483,91	\$ 9935,64
Ventilador centrífugo 1 HP 220V 3F 1390 CFM	1	\$ 538,56	\$ 538,56
Ventilador centrífugo 1 HP 220V 1F 1390 CFM	1	\$ 505,27	\$ 505,27
Ventilador hélico Centrífugo 156W 1F 280 CFM 220V	1	\$ 206,49	\$ 206,49
Ventilador hélico Centrífugo 1,1 kW 3F 1500 CFM 220V	1	\$ 986,89	\$ 986,89
Ventilador hélico Centrífugo 1,1 kW 3F 1780 CFM 220V	1	\$ 996,89	\$ 996,89
Ventilador centrífugo 0,5 HP 1F 960 CFM 220V	1	\$ 282,70	\$ 282,70
Ventilador hélico Centrífugo 0,5 HP 3F 580 CFM 220V	1	\$ 282,96	\$ 282,96
Ventilador hélico Centrífugo 0,96 kW 3F 2180 CFM 220V	1	\$ 986,89	\$ 986,89
Ventilador hélico Centrífugo 1,50 kW 3F 4360 CFM 220V	1	\$ 1114,22	\$ 1114,22
Sensor de nivel de monóxido de carbono Marca: KMC Controls, Modelo: SAE-1102, Rango: 0-300 ppm, Precisión: 5%	7	\$ 400,00	\$ 2800,00
Suministro de ductos de Fierro Galvanizado para inyección de aire fresco en los estacionamientos	1185	\$ 19,70	\$ 23344,50
Suministro de variador de frecuencia para extractores de CO, 30HP, 380V/3F	1	\$ 525,00	\$ 525,00
Suministro de variador de frecuencia para inyectores de aire fresco, 15HP, 380V/3F	1	\$ 902,32	\$ 902,32

Suministro de tablero eléctrico, para extractores e inyectores	1	\$ 1325,54	\$ 1325,54
Accesorios	1	\$ 1000,00	\$ 1000,00
Rejilla de aleta fija 18x18	2	\$ 54,00	\$ 108,00
Rejilla de aleta fija 10x8	2	\$ 43,00	\$ 86,00
Rejilla de aleta fija 14x18	1	\$ 54,00	\$ 54,00
Rejilla de aleta fija 80x19	1	\$ 108,00	\$ 108,00
Rejilla de aleta fija 14x14	2	\$ 50,00	\$ 100,00
Rejilla de aleta fija 8x8	1	\$ 43,00	\$ 43,00
TOTAL			\$ 48663,28

El sistema de control automatizado cuenta con control horario y sensores de monóxido, los cuales se activarán según las necesidades y requisitos de cada área. El estudio económico arrojó que se debe analizar en campo el rendimiento de los equipos a fin de obtener un sistema eficiente, que ventile y recircule el aire con unos costes de energía ajustados a su funcionamiento real.

CONCLUSIONES

Los coches son responsables de casi el 25% de los gases de efecto invernadero; en España, por ejemplo, son responsables del 15% del consumo energético y del 66% de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), los contaminantes atmosféricos más perjudiciales para el ser humano. Dicho esto, se diseñó de un sistema de ventilación para un estacionamiento subterráneo de un edificio residencial, ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Lima- Perú, para un recinto de aparcamiento subterráneo de 4 niveles, 46 puestos de estacionamiento y 4 áreas técnicas tales como cuarto de bomba, cuarto de cámara de bombeo, cuarto de basura y grupo electrógeno, para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

PRIMERA: Se procedió a analizar las características generales de la edificación, su arquitectura y todos los parámetros de diseño estructural que colaboraron con el diseño, con el fin de delimitar el área en donde se desarrolló el estudio. Luego se detalló cada uno de los sótanos y los ambientes que se encontraron en ellos, seleccionando y ubicando los equipos con el fin de determinar la manera en que se debía hacer la extracción o inyección de monóxido de carbono.

SEGUNDA: Se realizó un diseño de detalle, en donde se determinó por ambiente los niveles de extracción, para lo cual se determinaron los caudales necesarios por cada uno de los sótanos a estudiar, apoyados con el Método planteado por la ASHRAE y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para determinar el flujo de aire de ventilación, para lo cual se determinó un flujo de 4360 CFM para el sótano Nro. 1, 3360 CFM para los sótanos Nro. 2 y Nro. 3, y 1780 CFM para el sótano Nro. 4. De igual manera se realizaron los cálculos para las diferentes áreas técnicas y grupo electrógeno.

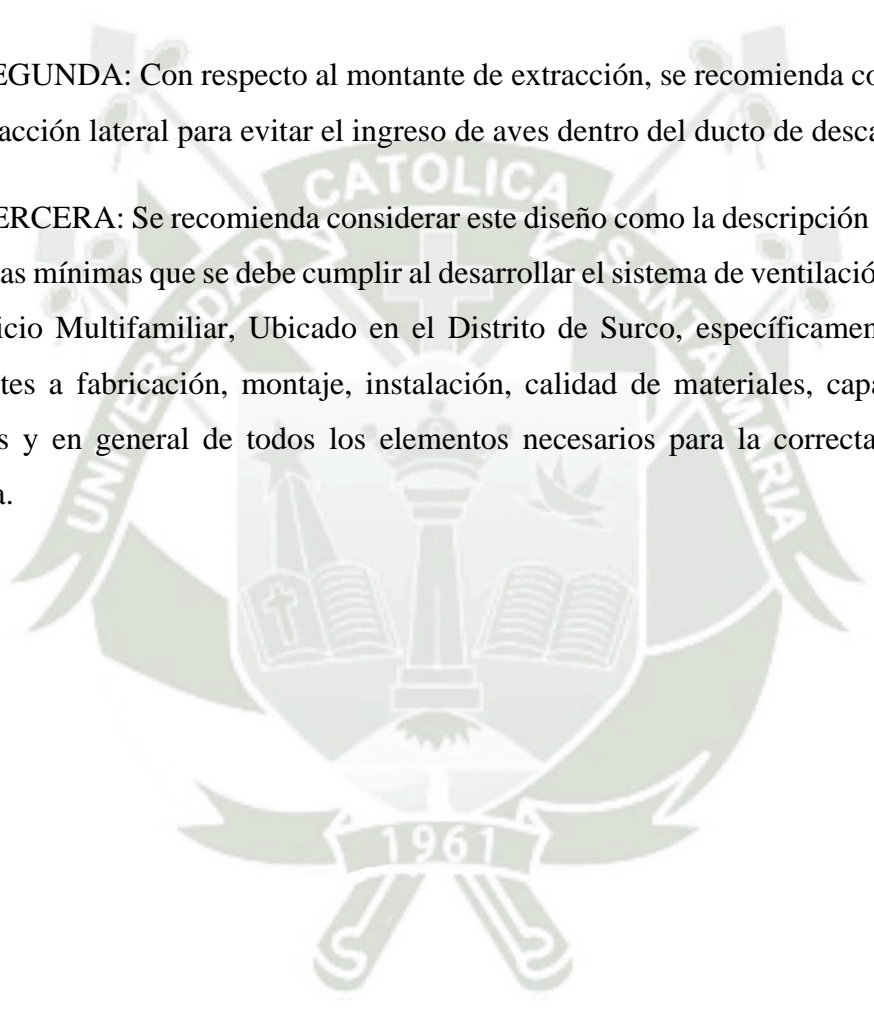
TERCERA: Se planteó el diseño de un sistema de ventilación, el cual se detalló con planos y se soportó con cálculos matemáticos y apoyo de softwares, para la selección, ubicación y dimensionamiento de rejillas, ductos y capacidades de los equipos a instalar. De igual manera se diseñaron los circuitos de fuerza y control, con la finalidad de que el sistema se maneje de manera autónoma sin necesidad de la intervención de operarios que podrían generar mal funcionamiento de dicho sistema.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda que para cada ducto y rejilla cuente con un dámper de regulación manual, que permitirán regular el caudal de aire extraído por cada ramal y de este modo será posible balancear el sistema. De igual manera, a la descarga de los inyectores, se recomienda considerar persianas de gravedad antirretorno fabricadas en plancha galvanizada.

SEGUNDA: Con respecto al montante de extracción, se recomienda colocar una rejilla de extracción lateral para evitar el ingreso de aves dentro del ducto de descarga.

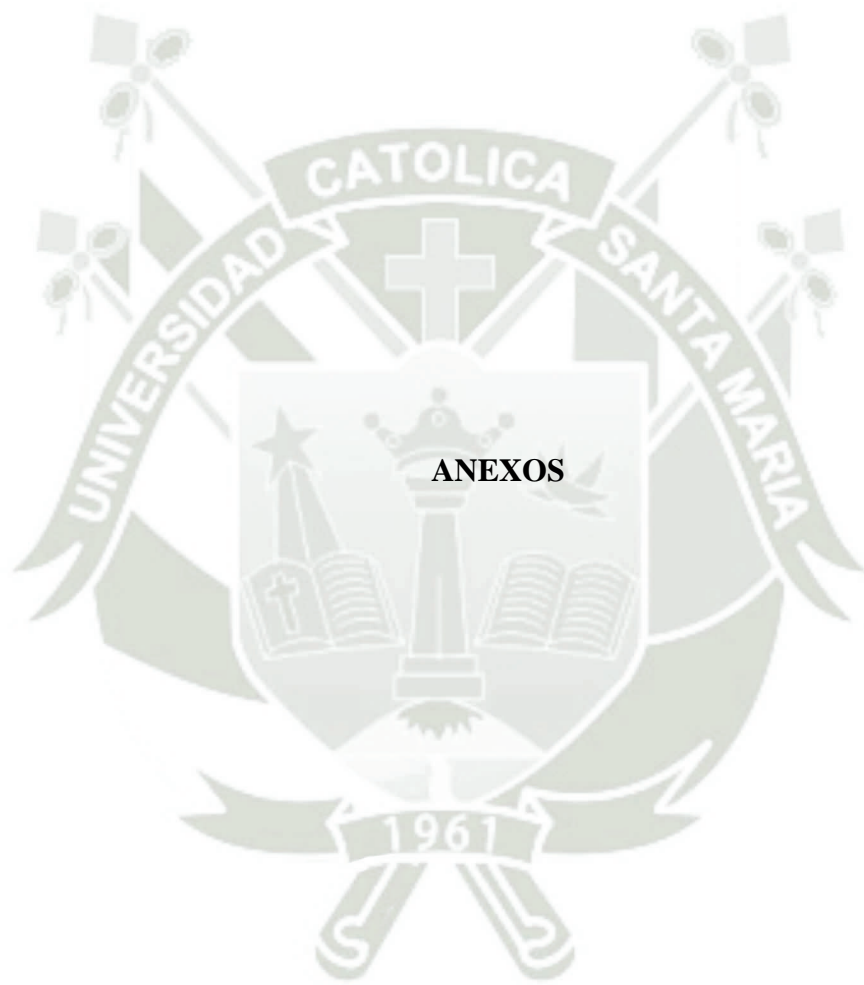
TERCERA: Se recomienda considerar este diseño como la descripción de los requisitos y normas mínimas que se debe cumplir al desarrollar el sistema de ventilación mecánica para el edificio Multifamiliar, Ubicado en el Distrito de Surco, específicamente en los temas referentes a fabricación, montaje, instalación, calidad de materiales, capacidad, tipos de equipos y en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación del sistema.



REFERENCIA

- ANSI/ASHRAE. (2019). Standard 62.1. *Ventilation and acceptable indoor air quality*. Obtenido de Estándar ANSI/AHSRAE 62.1-2019.
- Capcha, Y. (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 pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Obtenido de <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/385>
- Centurión, D. (2016). *Diseño de un sistema de ventilación para un estacionamiento subterráneo de once niveles de un edificio comercial*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6236?show=full>
- Durán, J., & Payares, E. (2018). *Diseño de un sistema de ventilación Jet Fan para extracción de monóxido de carbono en estacionamientos subterráneos*. [Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño. Bogotá - Colombia]. Obtenido de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/5733>
- Epalza, P., & Gutiérrez, L. (2019). *Análisis del riesgo por exposición a monóxido de carbono en parqueaderos cerrados de centros comerciales de villavicencio*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas, Bogotá, Colombia]. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15516>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/65785426/hernandez-y-mendoza-2018>
- Kmecová, M., Krajčík, M., & Straková, Z. (2019). Designing Jet Fan Ventilation for an Underground Car Park by CFD Simulations. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 63(1), 39-43. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329665324_Designing_Jet_Fan_Ventilati_on_for_an_Underground_Car_Park_by_CFD_Simulations
- Marcial, Y. (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*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2110>
- Mayna, G. (2018). *Diseño de un sistema de ductos de volumen de aire variable*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6137>
- Moreira, J. (2021). *Diseño y simulación de un sistema de ventilación mecánica para extracción de gases de los parqueaderos subterráneos del edificio Zattere mediante el uso de cfd*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador]. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/22006/1/CD%2011500.pdf>

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & y Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Ramirez, D. (2019). *Diseño de un sistema de ventilación mecánica en la zona de lavado de una planta de venta y mantenimiento de equipos mineros ubicada en la provincia constitucional del Callao*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur - Perú]. Obtenido de <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/370>
- Salazar, E. (2018). *Diseño de “Un sistema de Ventilación con detección de Monóxido de Carbono (Co)” para Sótanos de Estacionamiento de un Edificio Multifamiliar*. . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú]. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2243/BC-TESTMP-1120.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, M. (2014). *Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5998/TORRE_MARIO_DISE%c3%91O_SISTEMA_VENTILACION_ESTACIONAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ureta, I. (2019). *Instalación del sistema de ventilación del túnel de conducción subterráneo de minas - Minera Milpo Andina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5523/INFORME%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, A. (2020). *Estudio del sistema de ventilación para el control de agentes químicos y físicos, U.O. Pallancata – veta Pablo – 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica del Perú]. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3417/Ubaldo%20Llacho_Armando%20Vargas_Tesis_Titulo%20Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Venegas, N. (2018). *Diseño de sistema de ventilación por impulsión para estacionamiento con equipos Jet Fan*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú]. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/8693/Venegas_qn.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Zhenpeng, B., Yanfeng, L., & Junmei, L. (2019). Numerical Study the Performance of Jet Fans in Utility Tunnel Ventilation. *Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City*. Obtenido de <https://sci-hub.se/10.1109/ICITBS.2019.00018>



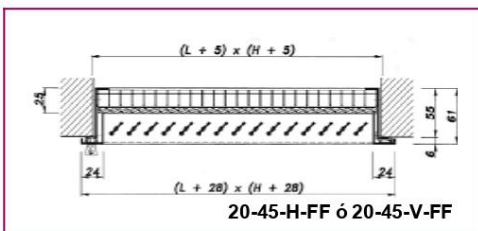
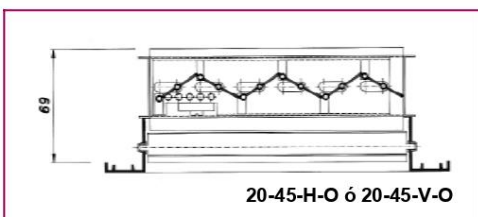
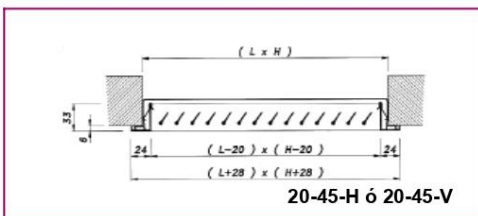
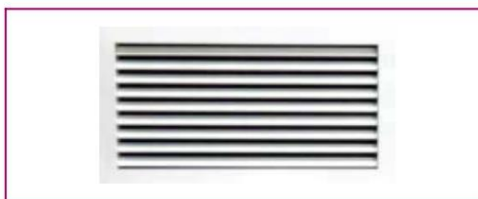
ANEXO 1. Rejillas



2

Serie 20.2

Rejillas de retorno (aletas fijas a 45°)



21-45	Serie, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45° Serie, rejilla de chapa de acero, aletas fijas a 45°
H	Aletas horizontales
V	Aletas verticales
FF	Con marco portafiltros, sólo la serie 20-45 (aluminio) Sin indicar nada, sin marco portafiltros
O	Compuerta de regulación modelo 29-O Sin indicar nada, no va incorporada
MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar
Con MM	Marco metálico
Para MM	La rejilla se suministra con marco metálico La rejilla se suministra sin marco metálico pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

Descripción

Modelo 20-45, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45°. Modelo 21-45, rejilla de chapa de acero, aletas fijas a 45°.

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010. Acabados especiales bajo demanda.

Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto. La dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.

Dimensiones de aleta

La longitud máxima de aleta es de 490 mm, en que caso de que la aleta supere dicha dimensión se irán añadiendo los refuerzos que sean necesarios, para que la aleta nunca supere la medida anteriormente mencionada.

Rejilla con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Marco portafiltros

La rejilla puede incorporar un marco portafiltros bajo demanda, con malla de protección. (Filtro no incluido). Estos marcos portafiltros son los únicos utilizables en las rejillas 20-45-H-FF ó 20-45-V-FF, no pudiendo utilizarse los marcos metálicos MM.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm x H-5 mm, excepto en el modelo FF (portafiltros), que será L+5 mm x H+5 mm.

Serie 20.2



Tabla de selección (rejillas de retorno)

Q	D mm	200x100	250x100	300x100	400x100	500x100	600x100	500x150	600x150	300x300	500x200	800x150	800x200	1000x200	1000x250	1000x300	1000x400	1200x300	
		200x150	200x200	200x150	200x200	250x200	300x200	300x250	350x250	350x300	400x200	450x200	400x250	500x250	500x300	600x250	600x300	600x400	750x400
m³/h	l/s	A _e	0,0076	0,0098	0,0121	0,0166	0,0217	0,0298	0,0345	0,0404	0,0416	0,0470	0,0560	0,0721	0,0915	0,1173	0,1462	0,1759	
50	13,9	V _e P _s NR	1,8 3,5 12	1,4 2,1 7	1,1 1,5 8	0,8 0,8 5	0,6 0,5 3												
60	16,7	V _e P _s NR	2,2 5,0 17	1,7 3,1 12	1,4 2,1 7	1,0 1,1 5	0,8 0,7 4	0,6 0,4	0,5 0,3										
70	19,4	V _e P _s NR	2,5 6,8 21	2,0 4,2 16	1,6 2,8 11	1,2 1,5 5	0,9 1,0	0,8 0,6	0,6 0,4	0,5 0,2									
80	22,2	V _e P _s NR	2,9 8,9 24	2,3 5,5 19	1,8 3,7 15	1,3 2,0 8	1,0 1,3	0,9 0,8	0,6 0,5	0,6 0,3	0,5 0,2								
90	25,0	V _e P _s NR	3,3 11,3 27	2,6 7,0 22	2,1 4,7 18	1,5 2,5 11	1,2 1,6 7	1,0 1,0	0,7 0,6	0,6 0,4	0,6 0,2	0,5 0,2							
100	27,8	V _e P _s NR	3,6 13,9 30	2,8 8,6 25	2,3 5,8 21	1,7 3,1 14	1,3 2,0 9	1,1 1,2	0,8 0,8	0,7 0,5	0,7 0,3	0,6 0,3	0,5 0,2						
150	41,7	V _e P _s NR		4,3 19,3 36	3,4 13,1 31	2,5 7,0 25	1,9 4,5 20	1,6 2,8 14	1,2 1,7 9	1,0 1,0	1,0 0,7	0,9 0,6	0,7 0,4	0,6 0,2	0,5 -12	0,5 -17			
200	55,6	V _e P _s NR			4,6 23,2 39	3,3 12,4 32	2,6 8,1 27	2,2 4,9 22	1,8 3,0 17	1,4 1,8 11	1,3 1,2 7	1,2 1,1 6	1,0 0,8	0,8 0,4	0,6 0,3	0,5 0,2			
250	69,4	V _e P _s NR				4,2 19,4 38	3,2 8,1 33	2,7 7,7 28	2,0 4,7 22	1,7 2,9 17	1,7 1,9 13	1,5 1,7 11	1,2 1,2 7	1,0 0,7	0,8 0,4	0,6 0,2	0,5 0,2		
300	83,3	V _e P _s NR					3,8 18,2 38	3,2 11,0 32	2,4 6,8 27	2,1 4,1 22	2,0 2,8 17	1,8 2,4 16	1,5 1,7 12	1,2 0,9	0,9 0,6	0,7 0,4	0,6 0,2	0,5 0,1	
400	111,1	V _e P _s NR						4,3 19,6 40	3,2 12,1 35	2,8 7,3 29	2,7 4,9 25	2,4 4,4 24	2,0 3,0 20	1,5 1,7 13	1,2 1,1	0,9 0,6	0,8 0,4	0,6 0,2	
500	138,9	V _e P _s NR							4,0 18,9 41	3,4 11,5 35	3,3 7,7 31	3,0 6,8 29	2,5 4,7 25	1,9 2,6 19	1,5 1,7 15	1,2 1,0	0,9 0,6	0,8 0,4	
600	166,7	V _e P _s NR								4,1 16,5 40	4,0 11,1 36	3,5 9,8 34	3,0 6,8 30	2,3 3,8 24	1,8 2,5 19	1,4 1,4	1,1 0,9	0,9 0,5	
700	194,4	V _e P _s NR									4,7 15,1 40	4,1 13,3 38	3,5 9,3 34	2,7 5,2 28	2,1 3,4 23	1,7 1,9	1,3 1,2	1,1 0,7	
800	222,2	V _e P _s NR											4,7 17,4 42	4,0 12,1 38	3,1 6,7 31	2,4 4,4 27	1,9 2,5 21	1,5 1,6	1,3 0,9
900	250,0	V _e P _s NR												4,5 15,3 41	3,5 8,5 34	2,7 5,6 30	2,1 3,2 24	1,7 2,0 19	1,4 1,2 13
1000	277,8	V _e P _s NR													3,9 10,5 37	3,0 6,9 33	2,4 4,0 27	1,9 2,5 22	1,6 1,4 16
1500	416,7	V _e P _s NR														4,6 15,5 43	3,6 8,9 37	2,8 5,6 32	2,4 3,2 26
2000	555,6	V _e P _s NR															4,7 15,8 45	3,8 10,0 40	3,2 5,8 34
3000	833,3	V _e P _s NR																	4,7 13,0 44
4000	1111,1	V _e P _s NR																	6,3 23,0 52
5000	1388,9	V _e P _s NR																	7,9 36,0 58

NR < 10
NR 10 - 25
NR > 25

Simbología:
V_e = Velocidad efectiva en m/s
P_s = Presión estática en Pa
A_e = Area efectiva en m²

NOTA:
- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741.

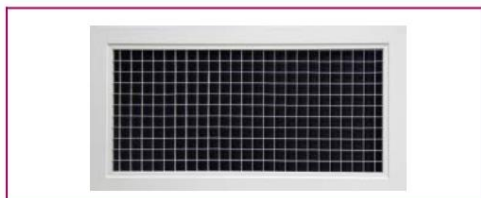
Tipos: 20-45-H, 20-45-H-O, 20-45-V, 20-45-V-O, 20-45-H-FF, 20-45-V-FF, 21-45-H, 21-45-V, 21-45-H-O, 21-45-V-O

Serie 20.2

5

KOOLAIR

Rejillas de retícula (retorno)

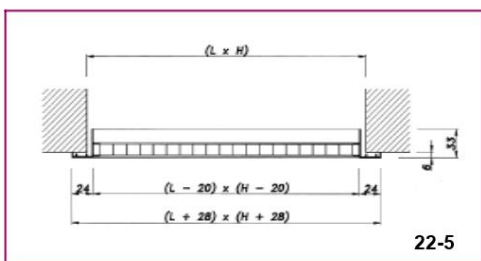


Descripción

Modelo 22-5, rejilla de retícula, construida en aluminio.

Acabados

Aluminio anodizado en su color. Acabados especiales bajo demanda.

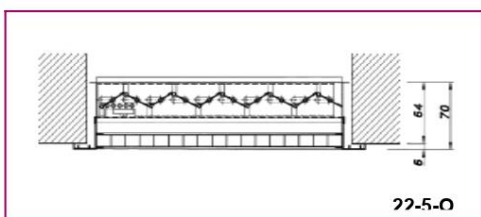


Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.



Rejilla con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.

21-45	Serie, rejilla de aluminio
O	Compuerta de regulación modelo 29-O Sin indicar nada, no va incorporada
MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar
MM	Marco metálico
Con MM	La rejilla se suministra con marco metálico
Para MM	La rejilla se suministra sin marco metálico, pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

Tabla de selección (rejillas de retícula para retorno)

Q		Dim. (mm)	400x100 200x200	400x150 300x200 250x250	600x200 400x300 350x350	700x300 500x400 450x450	1000x350 900x400 600x600	1000x500 800x600 700x700	1300x500 1100x600 800x800	1600x500 1350x600 900x900	1650x600 1250x800 1000x1000
(m³/h)	(l/s)	Ak (m²)	0,0298	0,0487	0,1002	0,1701	0,3095	0,4254	0,5597	0,7124	0,8836
200	55,6	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	1,9 5,6 <20	2,1 2,1 <20	0,6 1,1 <20						
250	69,4	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	2,3 8,7 <20	1,4 3,3 <20	0,7 0,8 <20						
300	83,3	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	2,8 12,5 <20	1,7 4,7 <20	0,8 1,1 <20	0,5 0,4 <20					
350	97,2	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	3,3 17,0 21,4	2,0 6,4 <20	1,0 1,5 <20	0,6 0,5 <20					
400	111,1	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	3,7 22,2 25,1	2,3 8,3 30,8	1,1 2,0 <20	0,7 0,7 <20					
450	125,0	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	4,2 28,1 28,3	2,6 10,6 <20	1,2 2,5 <20	0,7 0,9 <20					
500	138,9	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	4,7 34,7 31,2	2,9 13,0 20,8	1,4 3,1 <20	0,8 1,1 <20					
600	166,7	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	5,6 50,0 36,2	3,4 18,8 25,8	1,7 4,4 <20	1,0 1,5 <20	0,5 0,5 <20				
700	194,4	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	6,5 68,1 40,4	4,0 25,5 30,0	1,9 6,0 <20	1,1 2,1 <20	0,6 0,6 <20				
800	222,2	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	7,5 88,9 44,0	4,6 33,4 33,7	2,2 7,9 <20	1,3 2,7 <20	0,7 0,8 <20				
900	250,0	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	8,4 112,5 47,3	5,1 42,2 36,9	2,5 10,0 21,6	1,5 3,5 <20	0,8 1,0 <20	0,6 0,6 <20			
1000	277,8	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	9,3 138,9 50,1	5,7 52,1 39,8	2,8 12,3 24,5	1,6 4,3 <20	0,9 1,3 <20	0,7 0,7 <20			
1100	305,6	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	10,3 168,1 52,7	6,3 63,1 42,4	3,0 14,9 27,1	1,8 5,2 <20	1,0 1,6 <20	0,7 0,8 <20	0,5 0,5 <20		
1200	333,3	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	11,2 200,1 55,1	6,8 75,1 44,8	3,3 17,7 29,5	2,0 6,1 <20	1,1 1,9 <20	0,8 1,0 <20	0,6 0,6 <20		
1300	361,1	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	12,1 234,8 57,3	7,4 88,1 46,9	3,6 20,8 31,7	2,1 7,2 20,5	1,2 2,2 <20	0,8 1,2 <20	0,6 0,7 <20		
1400	388,9	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	13,0 272,3 59,3	8,0 102,2 49,0	3,9 24,1 33,7	2,3 8,4 22,5	1,3 2,5 <20	0,9 1,3 <20	0,7 0,8 <20	0,5 0,5 <20	
1500	416,7	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	13,9 311,3 61,2	8,6 117,3 50,9	4,2 27,7 35,6	2,4 9,6 24,4	1,3 2,9 <20	1,0 1,5 <20	0,7 0,9 <20	0,6 0,5 <20	
1750	486,1	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	15,2 350,6 64,1	9,5 132,8 54,1	4,6 31,7 39,8	2,6 10,1 28,6	1,4 3,9 <20	1,1 2,1 <20	0,9 1,2 <20	0,7 0,7 <20	0,6 0,5 <20
2000	555,6	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	16,5 390,1 67,1	10,4 148,3 57,1	5,0 35,6 43,5	2,8 11,1 32,3	1,6 4,9 <20	1,2 2,7 <20	1,0 1,6 <20	0,8 1,0 <20	0,6 0,6 <20
2500	694,4	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	18,5 439,6 71,1	11,6 164,3 60,1	5,6 39,5 47,5	3,1 12,1 36,3	1,8 6,1 <20	1,4 3,9 <20	1,2 2,5 <20	1,0 1,5 <20	0,8 1,0 <20
3000	833,3	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	20,5 489,1 75,1	12,8 180,3 63,1	6,3 43,5 51,5	3,5 13,1 39,3	2,1 7,2 <20	1,6 4,3 <20	1,2 2,5 <20	1,0 1,5 <20	0,8 1,0 <20
3500	972,2	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	22,5 538,6 79,1	14,0 196,3 66,1	7,0 47,5 55,5	4,0 14,1 43,3	2,2 8,1 <20	1,6 4,3 <20	1,2 2,5 <20	1,0 1,5 <20	0,8 1,0 <20
4000	1111,1	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	24,5 588,1 83,1	15,2 212,3 69,1	7,8 51,5 59,5	4,5 15,1 47,3	2,3 9,1 <20	1,7 4,3 <20	1,3 2,5 <20	1,1 1,5 <20	0,9 1,0 <20
4500	1250,0	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	26,5 637,6 87,1	16,4 228,3 72,1	8,6 55,5 63,5	5,0 16,1 51,3	2,4 10,1 <20	1,8 4,3 <20	1,4 2,5 <20	1,1 1,5 <20	1,0 1,0 <20
5000	1388,9	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	28,5 687,1 91,1	17,6 244,3 75,1	9,4 59,5 67,5	5,5 17,1 55,3	2,5 11,1 <20	1,9 4,3 <20	1,5 2,5 <20	1,2 1,5 <20	1,1 1,0 <20
6000	1666,7	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	32,5 787,6 105,1	20,0 280,3 85,1	11,0 67,5 77,5	6,5 19,1 63,3	2,8 12,1 <20	2,2 4,3 <20	1,6 2,5 <20	1,3 1,5 <20	1,2 1,0 <20
7000	1944,4	Vk (m/s) Ps (Pa) LwA (dBa)	36,5 887,6 119,1	22,4 316,3 95,1	12,4 75,5 85,5	7,5 21,1 71,3	3,0 13,1 <20	2,3 4,3 <20	1,7 2,5 <20	1,4 1,5 <20	1,3 1,0 <20

NOTA:
Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a la norma ISO 5219 (UNE 100.710).

Tipo: 22-5

ANEXO 2. Jet Fan



CARACTERÍSTICAS

- Fuerza de empuje: 10 y 15 N.
- Motor monofásico con IP54 clase F con rodamientos a bolas de engrase permanente.
- Rodete de álabes hacia atrás de acero al carbón, balanceada de acuerdo con la ISO 1940-1,G6.3.
- Carcasa de acero galvanizado, con dos soportes de sujeción.
- Bajo perfil de montaje.

IFFM Ventiladores centrífugos de impulso Jet Fan

IFFM 10 y 15 N

Ventilador centrífugo de impulso tipo Jet Fan, recomendado para grandes volúmenes de aire en estacionamientos y túneles.

APLICACIONES



ACCESORIOS

Consultar pág. 146



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los valores de velocidad, voltaje, intensidad y potencia son nominales.

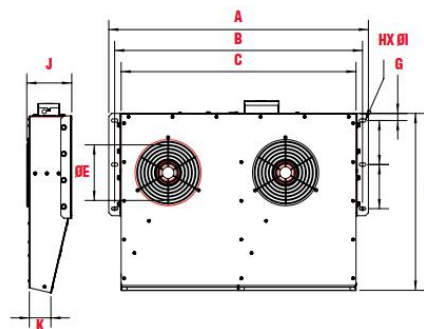
*Nivel sonoro medido de acuerdo con las normas AMCA 300 y 301

Modelo	No. de Polos	Velocidad RPM	Empuje N	Caudal (m ³ /hr)	Potencia Kw	Intensidad A	Voltaje V	Presión sonora dB(A)*	Peso aprox. Kg
IFFM/2-10N-C	2	3200	9	1775	0.42	3.6	220	66	26
IFFM/2-15N-C	2	3200	11	2579	0.71	4	220	69	30

Los datos de caudal, empuje y presión sonora son a condiciones estándar.

DIMENSIONES

Dimensiones en mm			Dimensiones en In.		
	IFFM/2-10N-C	IFFM/2-15N-C		IFFM/2-10N-C	IFFM/2-15N-C
A	834	884	A	32.83	34.80
B	794	844	B	31.26	33.23
C	750	800	C	29.53	31.50
D	535	602	D	21.06	23.70
E	178	225	E	7.01	8.86
F	150	150	F	5.91	5.91
G	10	25	G	0.39	0.98
H	6	6	H	6	6
I	9.5	9.5	I	0.37	0.37
J	125	135	J	4.92	5.31
K	66	66	K	2.60	2.60



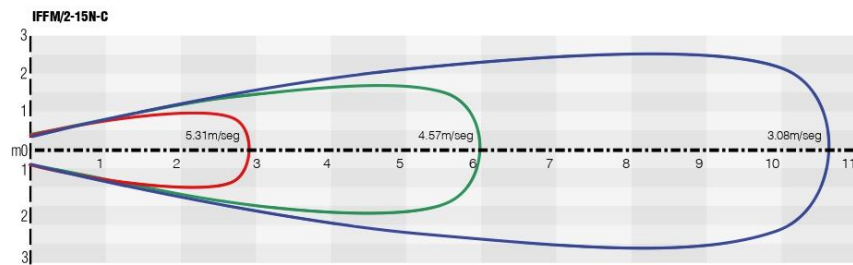
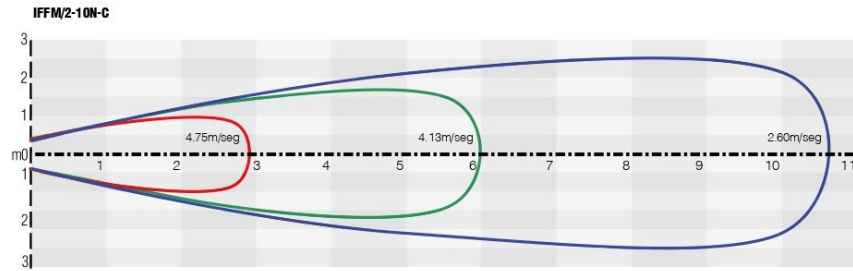
80



IFFM - CENTRÍFUGOS DE ÁLABES RADIALES DE MEDIANA PRESIÓN
IFFM 10 y 15 N



CURVAS DE PROYECCIÓN

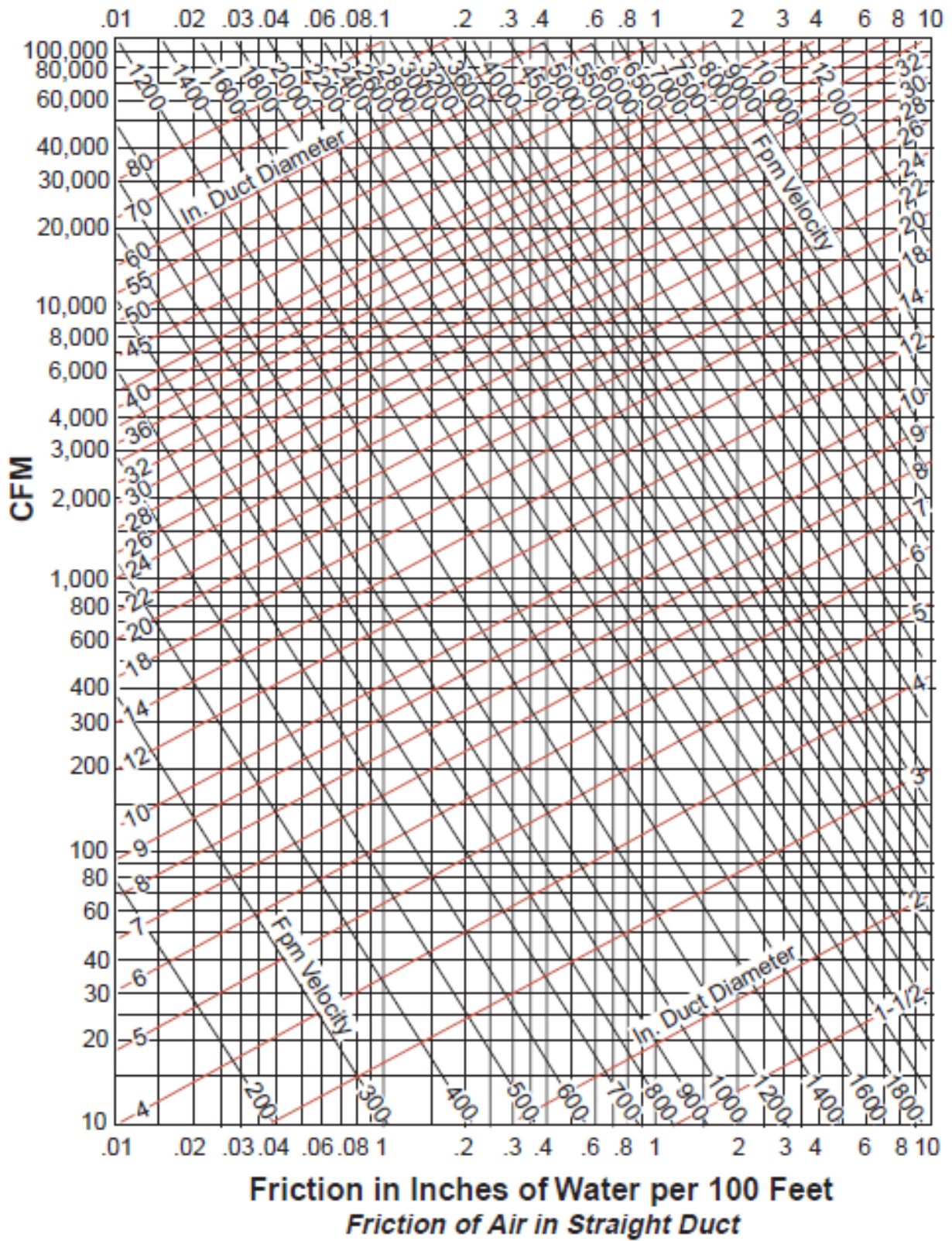


*Datos estimados a condiciones estándar. Velocidad m/seg Distancia: m

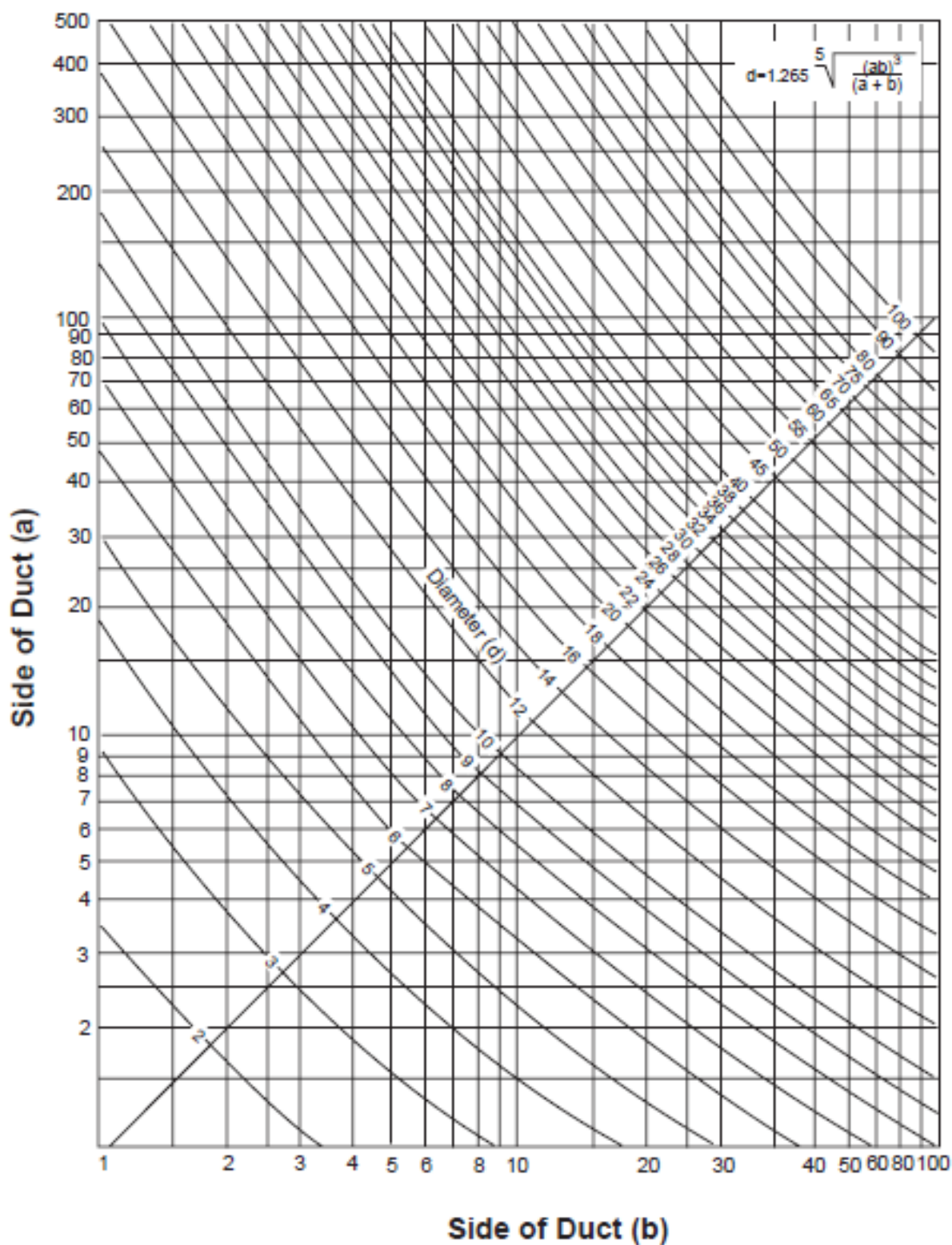


Consulta la App para conocer el funcionamiento de estos equipos.

ANEXO 3. Gráfica para seleccionar el factor de fricción



ANEXO 4. Gráfica para seleccionar sección del ducto rectangular según diámetro equivalente



ANEXO 5. Fichas técnicas equipos de ventilación

VENTILADORES CENTRÍFUGOS JET FAN DE IMPULSO



Serie IFHT



Ventiladores centrífugos de impulso, Jet Fans, para mover grandes volúmenes de aire en aparcamientos. Capacitados para trabajar inmersos a 400°C/2h y 300°C/2h.

Descripción

Empuje: 50, 75 y 100N.
Hélice de álabes hacia atrás de acero galvanizado, equilibrada de acuerdo con la ISO 1940-1, G6.3.
Camisa de acero galvanizado, con dos soportes de sujeción.
Caja de conexiones exterior.
Defensa en aspiración.
Ventilador homologado según norma EN12101-3, para 400°C/2h y 300°C/2h.

Motores

IEC, del 80 al 90, trifásico 400V/50Hz, IP55, Clase H, 400°C/2h y 300°C/2h.
Dos velocidades 4/8 polos, conexión tipo Dalhandler.
Temperatura ambiente de trabajo: -20°C a +40°C.

Bajo pedido

En sustitución de la caja de conexiones, interruptor de seguridad paro-marcha IP65, instalado en fábrica. Pinturas externas RAL.

Aplicaciones específicas



Homologados según norma EN12101-3. Certificación nº 0370-CPD-1250



Homologados según norma EN12101-3. Certificación nº 0370-CPD-1085



Parkings

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Modelo	Nº de polos	Velocidad (r.p.m.)	Empuje (N)	Caudal (m³/h)	Potencia motor (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)	Intensidad de arranque (A)	Nivel de presión sonora* (LpA)	Peso (kg)
IFHT/4/8-50N-C	4/8	1420/710	50/13	5.800/2.880	1,1/0,18	3,4/1,4	21/5	75/59	76
IFHT/4/8-75N-C	4/8	1420/710	75/19	8.100/4.050	2,3/0,37	5,4/1,9	30/7,5	77/61	120
IFHT/4/8-100N-C	4/8	1420/710	95/24	8.900/4.450	2,3/0,37	5,4/1,9	30/7,5	78/63	120

* Medida a 3 metros en campo libre.

Código	Modelos	Precio €/u.	Código	Modelos	Precio €/u.
Modelos F400					
5143921400	IFHT/4/8-50N-C F400	2.299,68	5143920000	IFHT/4/8-50N-C F300	1.996,60
5143921300	IFHT/4/8-75N-C F400	2.917,38	5143919800	IFHT/4/8-75N-C F300	2.477,24
5143921200	IFHT/4/8-100N-C F400	3.245,96	5143919600	IFHT/4/8-100N-C F300	2.798,16

Serie IFFT



Ventiladores centrífugos de impulso, Jet Fans, concebidos para mover grandes volúmenes de aire, a temperatura ambiente.

Descripción

Empuje: 50, 75 y 100N.
Hélice de álabes hacia atrás de acero galvanizado, equilibrada de acuerdo con la ISO 1940-1, G6.3.
Camisa de acero galvanizado, con dos soportes de sujeción.
Caja de conexiones exterior.
Defensa en aspiración.

Motores

IEC, del 80 al 90, trifásico 400V/50Hz, IP55, Clase F. Dos velocidades 4/8 polos, conexión tipo Dalhandler. Temperatura ambiente de trabajo: -20°C a +40°C.

Bajo pedido

En sustitución de la caja de conexiones, interruptor de seguridad paro-marcha IP65, instalado en fábrica. Pinturas externas RAL.

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Código	Modelo	Nº de polos	Velocidad (r.p.m.)	Empuje (N)	Caudal (m³/h)	Potencia motor (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)	Intensidad de arranque (A)	Nivel de presión sonora* (LpA)	Peso (kg)	Precio €/u.
5143923400	IFFT/4/8-50N-C	4/8	1420/710	50/13	5.800/2.880	1,1/0,18	3/1,1	15/4,5	75/59	76	1.829,68
5143923500	IFFT/4/8-75N-C	4/8	1420/710	75/19	8.100/4.050	2,3/0,37	5,4/1,9	30/7,5	77/61	120	2.326,08
5143923600	IFFT/4/8-100N-C	4/8	1420/710	95/24	8.900/4.450	2,3/0,37	5,4/1,9	30/7,5	78/63	120	2.562,56

* Medida a 3 metros en campo libre.

VENTILADORES CENTRÍFUGOS



Serie CMB/CMT



Ventiladores centrífugos de simple aspiración, capacitados para trasegar aire en continuo hasta 80°C o 110°C (Serie 1) ó 150°C (Series 2 y 3), carcasa de chapa de acero protegida con pintura epoxi-poliéster anticorrosiva, rodete de álabes hacia adelante de acero galvanizado, equilibrado dinámicamente y motor IP55, Clase F (1), con rodamientos a bolas de engrase permanente. (1) Algunos modelos de la Serie 1 son IP44, Clase B. (Ver cuadro de características).

Motores
Clase IE2.
De 2, 4 ó 6 polos, según versiones.
Tensión de alimentación.
Monofásicos 230V-50Hz
Trifásicos 230/400V-50Hz, hasta 3 kW
400V-50Hz, para potencias superiores
(Ver cuadro de características).

Otros datos
Los modelos de las Series 2 y 3 incorporan bancada. Los motores pueden situarse a derecha o izquierda. La voluta se puede orientar, en cada caso, para ofrecer hasta 16 combinaciones distintas. Orientación estándar: LG 270.
Bajo demanda:
Orientaciones RD.
Motor de 2 velocidades.
Versiones de acero inoxidable INOX-304 ó 316.

CMT versiones ATEX
Bajo pedido, versiones antiexplosivas según la Directiva ATEX para modelos trifásicos:
Para trabajar a temperaturas de -20°C a +40°C.
- ATEX Antideflagrantes - Gas
Ⓜ II 2G Ex d IIB T4
Ⓜ II 2G Ex d IIB+H2 T4 (con motor Ex d IIC T4)
- ATEX Seguridad aumentada - Gas
Ⓜ II 2G Ex e II T3
- ATEX - Polvo
Partículas en suspensión inflamables y polvo no conductor:
Ⓜ II 3D Ex tc IIIB T125°C
Polvo conductor:
Ⓜ II 3D Ex tc IIIC T125°C (con motor IP65)

Para seleccionar modelos CMT ATEX, ver las curvas características, o bien el programa de selección de producto EASYVENT. Los datos eléctricos de los modelos ATEX pueden variar respecto a los datos indicados en las tablas características. Consulte la disponibilidad de otras versiones, y de modelos monofásicos con motores ATEX.

Aplicaciones específicas



Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Código	Modelo Serie 1	Velocidad (r.p.m.)	Protección	Motor Clase	Potencia útil (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Temperatura máx. aire (°C)	Regulador de velocidad opcional	Precio €/u.
						a 230 V	a 400 V						
MONOFÁSICOS 2 POLOS													
5130202400	CMB/2-120/50-0,09	2800	IP44	B	0,09	0,70	-	495	62	4	80	-	165,12
5130204000	CMB/2-140/50-0,25	2800	IP55	F	0,25	2,00	-	870	66	8	110	-	233,88
5130206500	CMB/2-160/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	2,80	-	1.120	69	9	110	-	300,32
5130208100	CMB/2-180/75-0,75	2800	IP55	F	0,75	4,90	-	1.800	71	15	110	-	424,46
5130210700	CMB/2-200/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	2,80	-	935	69	9	110	-	355,00
5130212300	CMB/2-200/80-1,1	2800	IP55	F	1,1	7,30	-	2.270	74	17	110	-	467,75
MONOFÁSICOS 4 POLOS													
5130203200	CMB/4-120/50-0,01	1400	IP44	B	0,01	0,21	-	270	55	4	80	REB-1N	161,14
5130205700	CMB/4-140/50-0,06	1400	IP44	B	0,06	0,35	-	450	59	7	80	REB-1N	197,44
5130207300	CMB/4-160/60-0,07	1400	IP44	B	0,07	0,60	-	665	62	7	80	REB-1N	218,48
5130209900	CMB/4-180/75-0,18	1400	IP55	F	0,18	1,45	-	1.030	64	10	110	-	261,71
5130213100	CMB/4-200/80-0,40	1400	IP55	F	0,40	3,20	-	1.560	67	13	110	-	326,12
TRIFÁSICOS 2 POLOS													
5130100000	CMT/2-120/50-0,09	2800	IP44	B	0,09	0,54	0,32	495	62	4	80	RMT-1,5	159,70
5130102600	CMT/2-140/50-0,25	2800	IP55	F	0,25	1,00	0,60	870	66	8	110	VFTM TRI 0,37	228,77
5130104200	CMT/2-160/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	1,80	1,05	1.120	69	9	110	VFTM TRI 0,37	264,90
5130106700	CMT/2-180/75-0,75	2800	IP55	F	0,75	3,30	1,90	1.800	71	15	110	VFTM TRI 0,75	382,45
5130108300	CMT/2-200/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	1,80	1,05	935	69	9	110	VFTM TRI 0,37	327,23
5130110900	CMT/2-200/80-1,1	2800	IP55	F	1,1	4,67	2,70	2.270	74	17	110	VFTM TRI 1,1	445,62
TRIFÁSICOS 4 POLOS													
5130101800	CMT/4-120/50-0,01	1400	IP44	B	0,01	0,20	0,12	270	55	4	80	RMT-1,5	156,94
5130103400	CMT/4-140/50-0,06	1400	IP44	B	0,06	0,32	0,18	450	59	7	80	RMT-1,5	194,60
5130105900	CMT/4-160/60-0,07	1400	IP44	B	0,07	0,58	0,33	665	62	7	80	RMT-1,5	210,10
5130107500	CMT/4-180/75-0,18	1400	IP55	F	0,18	0,90	0,52	1.030	64	10	110	VFTM TRI 0,37	250,70
5130111700	CMT/4-200/80-0,25	1400	IP55	F	0,25	1,26	0,73	1.560	67	13	110	VFTM TRI 0,37	296,22

* Los valores de los niveles sonoros son presiones sonoras en dB(A) calculadas a 1,5 m a la descarga de los extractores, con el caudal máximo (Q máx).

VENTILADORES CENTRÍFUGOS



Serie CMB/CMT



Ventiladores centrífugos de simple aspiración, capacitados para trasegar aire en continuo hasta 80°C o 110°C (Serie 1) ó 150°C (Series 2 y 3), carcasa de chapa de acero protegida con pintura epoxi-poliéster anticorrosiva, rodete de álabes hacia adelante de acero galvanizado, equilibrado dinámicamente y motor IP55, Clase F (1), con rodamientos a bolas de engrase permanente. (1) Algunos modelos de la Serie 1 son IP44, Clase B. (Ver cuadro de características).

Motores
Clase IE2.
De 2, 4 ó 6 polos, según versiones.
Tensión de alimentación.
Monofásicos 230V-50Hz
Trifásicos 230/400V-50Hz, hasta 3 kW
400V-50Hz, para potencias superiores
(Ver cuadro de características).

Otros datos
Los modelos de las Series 2 y 3 incorporan bancada. Los motores pueden situarse a derecha o izquierda. La voluta se puede orientar, en cada caso, para ofrecer hasta 16 combinaciones distintas. Orientación estándar: LG 270.
Bajo demanda:
Orientaciones RD.
Motor de 2 velocidades.
Versiones de acero inoxidable INOX-304 ó 316.

CMT versiones ATEX
Bajo pedido, versiones antiexplosivas según la Directiva ATEX para modelos trifásicos:
Para trabajar a temperaturas de -20°C a +40°C.
- ATEX Antideflagrantes - Gas
Ⓜ II 2G Ex d IIB T4
Ⓜ II 2G Ex d IIB+H2 T4 (con motor Ex d IIC T4)
- ATEX Seguridad aumentada - Gas
Ⓜ II 2G Ex e II T3
- ATEX - Polvo
Partículas en suspensión inflamables y polvo no conductor:
Ⓜ II 3D Ex tc IIIB T125°C
Polvo conductor:
Ⓜ II 3D Ex tc IIIC T125°C (con motor IP65)

Para seleccionar modelos CMT ATEX, ver las curvas características, o bien el programa de selección de producto EASYVENT. Los datos eléctricos de los modelos ATEX pueden variar respecto a los datos indicados en las tablas características. Consulte la disponibilidad de otras versiones, y de modelos monofásicos con motores ATEX.

Aplicaciones específicas



Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

Código	Modelo Serie 1	Velocidad (r.p.m.)	Protección	Motor Clase	Potencia útil (kW)	Intensidad máxima absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Temperatura máx. aire (°C)	Regulador de velocidad opcional	Precio €/u.
						a 230 V	a 400 V						
MONOFÁSICOS 2 POLOS													
5130202400	CMB/2-120/50-0,09	2800	IP44	B	0,09	0,70	-	495	62	4	80	-	165,12
5130204000	CMB/2-140/50-0,25	2800	IP55	F	0,25	2,00	-	870	66	8	110	-	233,88
5130206500	CMB/2-160/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	2,80	-	1.120	69	9	110	-	300,32
5130208100	CMB/2-180/75-0,75	2800	IP55	F	0,75	4,90	-	1.800	71	15	110	-	424,46
5130210700	CMB/2-200/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	2,80	-	935	69	9	110	-	355,00
5130212300	CMB/2-200/80-1,1	2800	IP55	F	1,1	7,30	-	2.270	74	17	110	-	467,75
MONOFÁSICOS 4 POLOS													
5130203200	CMB/4-120/50-0,01	1400	IP44	B	0,01	0,21	-	270	55	4	80	REB-1N	161,14
5130205700	CMB/4-140/50-0,06	1400	IP44	B	0,06	0,35	-	450	59	7	80	REB-1N	197,44
5130207300	CMB/4-160/60-0,07	1400	IP44	B	0,07	0,60	-	665	62	7	80	REB-1N	218,48
5130209900	CMB/4-180/75-0,18	1400	IP55	F	0,18	1,45	-	1.030	64	10	110	-	261,71
5130213100	CMB/4-200/80-0,40	1400	IP55	F	0,40	3,20	-	1.560	67	13	110	-	326,12
TRIFÁSICOS 2 POLOS													
5130100000	CMT/2-120/50-0,09	2800	IP44	B	0,09	0,54	0,32	495	62	4	80	RMT-1,5	159,70
5130102600	CMT/2-140/50-0,25	2800	IP55	F	0,25	1,00	0,60	870	66	8	110	VFTM TRI 0,37	228,77
5130104200	CMT/2-160/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	1,80	1,05	1.120	69	9	110	VFTM TRI 0,37	264,90
5130106700	CMT/2-180/75-0,75	2800	IP55	F	0,75	3,30	1,90	1.800	71	15	110	VFTM TRI 0,75	382,45
5130108300	CMT/2-200/60-0,37	2800	IP55	F	0,37	1,80	1,05	935	69	9	110	VFTM TRI 0,37	327,23
5130110900	CMT/2-200/80-1,1	2800	IP55	F	1,1	4,67	2,70	2.270	74	17	110	VFTM TRI 1,1	445,62
TRIFÁSICOS 4 POLOS													
5130101800	CMT/4-120/50-0,01	1400	IP44	B	0,01	0,20	0,12	270	55	4	80	RMT-1,5	156,94
5130103400	CMT/4-140/50-0,06	1400	IP44	B	0,06	0,32	0,18	450	59	7	80	RMT-1,5	194,60
5130105900	CMT/4-160/60-0,07	1400	IP44	B	0,07	0,58	0,33	665	62	7	80	RMT-1,5	210,10
5130107500	CMT/4-180/75-0,18	1400	IP55	F	0,18	0,90	0,52	1.030	64	10	110	VFTM TRI 0,37	250,70
5130111700	CMT/4-200/80-0,25	1400	IP55	F	0,25	1,26	0,73	1.560	67	13	110	VFTM TRI 0,37	296,22

* Los valores de los niveles sonoros son presiones sonoras en dB(A) calculadas a 1,5 m a la descarga de los extractores, con el caudal máximo (Q máx).

VENTILADORES CENTRÍFUGOS



Código	Modelo Serie 2	Velocidad (r.p.m.)	Protección	Motor Clase	Potencia útil (kW)	Intensidad máx. absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Tipo de antivibratorios (KSE)	Regulador de velocidad opcional	Precio €/u.
						a 230 V	a 400 V						
MONOFÁSICOS 4 POLOS													
5130219800	CMB/4-225/90-0,55	1390	IP55	F	0,55	4,39	-	2.600	71	22	45	-	660,93
5154027000	CMB/4-250/100-1,1	1390	IP55	F	1,1	7,09	-	3.790	72	32	45	-	908,52
TRIFÁSICOS 2 POLOS													
5130113300	CMT/2-225/90-1,1	2780	IP55	F	1,1	4,7	2,7	2.080	66	23	45	VFTM TRI 1,1	553,69
5130114100	CMT/2-225/90-1,5	2800	IP55	F	1,5	5,96	3,45	2.170	71	27	45	VFTM TRI 1,5	617,25
5130115800	CMT/2-225/90-2,2	2820	IP55	F	2,2	8,5	4,9	3.040	76	30	45	VFTM TRI 2,2	701,12
5130117400	CMT/2-250/100-2,2	2820	IP55	F	2,2	8,5	4,9	2.080	73	34	45	VFTM TRI 2,2	783,99
5130118200	CMT/2-250/100-3	2820	IP55	F	3	10,9	6,3	3.685	79	36	45	VFTM TRI 3	870,91
5130120800	CMT/2-280/115-3	2820	IP55	F	3	10,9	6,3	2.600	77	43	45	VFTM TRI 3	869,47
5130121600	CMT/2-280/115-4	2870	IP55	F	4	-	8,4	3.210	81	47	45	VFTM TRI 4	959,19
TRIFÁSICOS 4 POLOS													
5130112500	CMT/4-225/90-0,55	1360	IP55	F	0,55	2,2	1,27	2.600	71	22	45	VFTM TRI 0,55	498,39
5130116600	CMT/4-250/100-1,1	1390	IP55	F	1,1	4,8	2,8	3.790	72	32	45	VFTM TRI 1,1	666,43
5130119000	CMT/4-280/115-2,2	1400	IP55	F	2,2	9,1	5,3	5.200	75	43	45	VFTM TRI 2,2	858,05
5130122400	CMT/4-315/130-2,2	1400	IP55	F	2,2	9,1	5,3	5.660	72	48	45	VFTM TRI 2,2	1.001,62
5130123200	CMT/4-315/130-3	1400	IP55	F	3	12,60	7,3	6.800	75	51	45	VFTM TRI 4	1.074,18
5130124000	CMT/4-315/130-4	1420	IP55	F	4	-	9,3	7.100	78	57	70	VFTM TRI 4	1.179,57
TRIFÁSICOS 6 POLOS													
5130549800	CMT/6-315/130-1,1	930	IP55	F	1,1	6,6	3,8	5.400	69	44	45	VFTM TRI 1,5	1.184,72

Código	Modelo Serie 3	Velocidad (r.p.m.)	Protección	Motor Clase	Potencia útil (kW)	Intensidad máx. absorbida (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Tipo de antivibratorios (KSE)	Regulador de velocidad opcional	Precio €/u.
						a 230 V	a 400 V						
TRIFÁSICOS 4 POLOS													
5130125700	CMT/4-355/145-3	1400	IP55	F	3	12,65	7,3	6.325	75	52	45	VFTM TRI 4	1.144,69
5130126500	CMT/4-355/145-4	1420	IP55	F	4	-	9,3	7.740	78	58	70	VFTM TRI 4	1.312,63
5130127300	CMT/4-355/145-5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12	9.450	81	69	70	VFTM TRI 5,5	1.500,40
5130129900	CMT/4-400/165-4	1420	IP55	F	4	-	9,3	7.200	77	70	70	VFTM TRI 4	1.428,66
5130130700	CMT/4-400/165-5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12	8.300	80	80	70	VFTM TRI 5,5	1.678,15
5130131500	CMT/4-400/165-7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,5	10.460	83	99	70	VFTM TRI 7,5	1.817,85
5130133100	CMT/4-450/185-5,5	1445	IP55	F	5,5	-	12	7.560	83	92	70	VFTM TRI 5,5	1.619,59
5130134900	CMT/4-450/185-7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,5	9.900	86	111	70	VFTM TRI 7,5	1.866,25
5130135600	CMT/4-500/205-7,5	1445	IP55	F	7,5	-	15,5	8.410	83	112	70	VFTM TRI 7,5	2.177,96
5130136400	CMT/4-500/205-9,2	1450	IP55	F	9,2	-	21,5	10.300	85	120	70	VFTM TRI 11	2.372,74
5130137200	CMT/4-500/205-11	1450	IP55	F	11	-	22,5	11.250	87	132	70	VFTM TRI 11	2.598,98
5130138000	CMT/4-500/205-15	1460	IP55	F	15	-	31	15.930	89	147	70	VFTM TRI 15	2.998,18
TRIFÁSICOS 6 POLOS													
5130595100	CMT/6-355/145-1,5	945	IP55	F	1,5	7,5	4,3	6.700	72	53	45	VFTM TRI 2,2	1.352,48
5130128100	CMT/6-400/165-2,2	920	IP55	F	2,2	10,74	6,2	7.590	73	60	70	VFTM TRI 3	1.402,45
5130132300	CMT/6-450/185-2,2	920	IP55	F	2,2	10,74	6,2	7.110	76	88	70	VFTM TRI 3	1.418,29

* Los valores de los niveles sonoros son presiones sonoras en dB(A) calculadas a 1,5 m a la descarga de los extractores, con el caudal máximo (Q máx).

VENTILADORES PARA CONDUCTO



Serie TD-MIXVENT

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

Motores

Modelos 160 a 2000:
IP44, Clase B, con rodamientos a bolas de engrase permanente y protector térmico.
Tensión de alimentación:
Monofásicos 230V-50Hz (modelos 160 a 350)
Monofásicos 230V-50/60Hz (modelos 500 a 2000)

Motores de 2 ó 3 velocidades según modelos, y también regulables por variación de tensión. Modelos 4000 a 6000:
IP54, Clase F, con rodamientos a bolas de engrase permanente y protector térmico.
Tensión de alimentación:
Monofásicos 230V-50/60Hz
Trifásicos 400V-50/60Hz (modelo 4000) ó 400V-50Hz (modelo 6000)
Regulables por variación de tensión.

Otros datos

Los modelos trifásicos son regulables mediante convertidor de frecuencia.

Código	TD-MIXVENT	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Caudal en descarga libre (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Temperatura de trabajo (°C)	Peso (kg)	Ø Conducto (mm)	Interruptor de 3 velocidades opcional	Regulador de tensión opcional	Uds. por caja	Precio €/u.
5211318000	TD-160/100 N SILENT	2400	29	0,17	180	24	-20/+40	1,4	100	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1	3	102,89
		2200	18	0,11	150	22							
5211320600	TD-250/100	2140	28	0,12	250	34	-20/+40	2	100	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1	3	127,75
		1700	22	0,1	200	28							
5211306500	TD-350/125	2050	25	0,11	330	33	-20/+40	2	125	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1	3	157,17
		1590	20	0,09	250	28							
5211301100	TD-500/150 3V	2590	53	0,21	560	35	-20/+60	2,7	150	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	191,16
		2150	44	0,19	470	31							
		1820	41	0,18	390	26							
5211301300	TD-500/160 3V	2590	53	0,21	560	35	-20/+60	2,7	160	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	191,16
		2150	44	0,19	470	31							
		1820	41	0,18	390	26							
5211304500	TD-800/200N 3V	2190	103	0,5	890	38	-20/+60	4,9	200	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	256,74
		1870	93	0,47	750	34							
		1660	88	0,45	660	31							
5211304900	TD-800/200 3V	2480	132	0,55	1.040	40	-20/+60	4,9	200	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	261,95
		2290	133	0,56	940	37							
		2080	131	0,55	850	34							
5211308000	TD-1000/250 3V	2790	130	0,46	960	38	-40/+60	9,4	250	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	352,38
		2620	99	0,31	910	37							
		2510	91	0,28	850	37							
5212316900	TD-1300/250 3V	2690	214	0,80	1.400	45	-40/+60	9,4	250	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-1	1	367,57
		2510	177	0,65	1.300	42							
		2370	163	0,60	1.220	37							
5211309700	TD-2000/315 3V	2710	287	0,97	1.800	49	-40/+60	14	315	COM-3 INTER 4P	RMB-1,5 REB-2,5	1	419,07
		2420	223	0,79	1.630	40							
		2130	173	0,64	1.430	40							
5211015200	TD-4000/355	1360	407	1,69	3.750	41	-40/+40	19	355	-	RMB-3,5 REB-2,5	1	668,17
5211016000	TD-6000/400	1400	580	2,42	5.100	43	-40/+40	26	400	-	RMB-3,5 REB-5	1	913,61
TRIFASICOS													
5211999900	TD-4000/355 TRIF	1150	309	0,66	3.160	41	-40/+70	19	355	-	RMT-3,5 VFTM TRI 0,37	1	668,17
5211935000	TD-6000/400 TRIF	1400	691	1,49	5.330	44	-40/+60	26	400	-	RMT-2,5 VFTM TRI 0,75	1	913,61

* Nivel de presión sonora, radiado a 3 metros en campo libre, con tubos rígidos en aspiración y descarga.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

	160	250	350	500	800	800N	1000	1300	2000	4000	6000
Carcasa Polipropileno	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Carcasa Acero											
Hélice ABS	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hélice Aluminio											• ⁽¹⁾
Clase motor	II	II	II	II	II	II	I	I	I	I	I
Protector térmico por fusible	•	•	•								
Protector térmico rearme manual (PTC)				•	•	•	•	•	•	•	•
Rodamientos a bolas engrase permanente	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Motor regulable de una velocidad										•	•
Motor regulable (2) de dos velocidades	•	•	•								
Motor regulable (2) de tres velocidades				•	•	•	•	•	•		

(1) Modelo con hélice de aluminio de fundición de una sola pieza.
(2) Los modelos que incorporan temporizador (TD-MIXVENT-T) no son regulables.

www.solerpalau.es

341

ANEXO 6. ANSI/ASHRAE Standard 62.1 – 2019 (Pag 46)

Table D-1 National Ambient Air Quality Standards for the United States
(www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table)

Pollutant	Primary/ Secondary	Averaging Time	Level	Form	
Carbon Monoxide (CO) www.epa.gov/co-pollution/table-historical-carbon-monoxide-co-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary	Eight (8) hours	9 ppm	Not to be exceeded more than once per year	
		One (1) hour	35 ppm		
Lead (Pb) www.epa.gov/lead-air-pollution/table-historical-lead-pb-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary and secondary	Rolling three (3) month average	0.15 µg/m ³ (Note 1)	Not to be exceeded	
Nitrogen Dioxide (NO₂) www.epa.gov/no2-pollution/table-historical-nitrogen-dioxide-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary	One (1) hour	100 ppb	Ninety-eighth (98th) percentile of one-hour daily maximum concentrations, averaged over three years	
	Primary and secondary	One (1) year	53 ppb (Note 2)	Annual mean	
Ozone (O₃) www.epa.gov/ozone-pollution/table-historical-ozone-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary and secondary	Eight (8) hours	0.070 ppm (Note 3)	Annual fourth-highest daily maximum eight-hour concentration, averaged over three years	
Particle Pollution (PM) www.epa.gov/pm-pollution/table-historical-particulate-matter-pm-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	PM2.5	Primary	One (1) year	12.0 µg/m ³	Annual mean, averaged over three years
		Secondary	One (1) year	15.0 µg/m ³	Annual mean, averaged over three years
		Primary and secondary	Twenty-four (24) hours	35 µg/m ³	Ninety-eight (98th) percentile, averaged over three years
	Primary and secondary	One (1) year	53 ppb (Note 2)	Annual mean	
Ozone (O₃) www.epa.gov/ozone-pollution/table-historical-ozone-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary and secondary	Eight (8) hours	0.070 ppm (Note 3)	Annual fourth-highest daily maximum eight-hour concentration, averaged over three years	
Particle Pollution (PM) www.epa.gov/pm-pollution/table-historical-particulate-matter-pm-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	PM2.5	Primary	One (1) year	12.0 µg/m ³	Annual mean, averaged over three years
		Secondary	One (1) year	15.0 µg/m ³	Annual mean, averaged over three years
		Primary and secondary	Twenty-four (24) hours	35 µg/m ³	Ninety-eight (98th) percentile, averaged over three years
	PM10	Primary and secondary	Twenty-four (24) hours	150 µg/m ³	Not to be exceeded more than once per year on average over three years
Sulfur Dioxide (SO₂) www.epa.gov/so2-pollution/table-historical-sulfur-dioxide-national-ambient-air-quality-standards-naaqs	Primary	One (1) hour	75 ppb (Note 4)	Ninety-ninth (99th) percentile of one-hour daily maximum concentrations, averaged over three years	
	Secondary	Three (3) hours	0.5 ppm	Not to be exceeded more than once per year	

Note 1: In areas designated "nonattainment" for the Pb standards prior to the promulgation of the current (2008) standards, and for which implementation plans to attain or maintain the current (2008) standards have not been submitted and approved, the previous standards (1.5 µg/m³ as a calendar quarter average) also remain in effect.
Note 2: The level of the annual NO₂ standard is 0.053 ppm. It is shown here in terms of ppb for the purpose of clearer comparison to the one-hour standard level.
Note 3: Final rule signed October 1, 2015, and effective December 28, 2015. The previous (2008) O₃ standards additionally remain in effect in some areas. Revocation of the previous (2008) O₃ standards and transitioning to the current (2015) standards will be addressed in the implementation rule for the current standards.
Note 4: The previous SO₂ standards (0.14 ppm 24-hour and 0.03 ppm annual) will additionally remain in effect in certain areas: (a) any area for which it is not yet one year since the effective date of designation under the current (2010) standards, and (b) any area for which an implementation plan providing for attainment of the current (2010) standard has not been submitted and approved and that is designated "nonattainment" under the previous SO₂ standards or is not meeting the requirements of an SIP call under the previous SO₂ standards (40 CFR 50.4(f)). An SIP call is an EPA action requiring a state to resubmit all or part of its State Implementation Plan to demonstrate attainment of the required NAAQS.

ANEXO 7. Norma Técnica EM030 RNE (Pag 33)



b) 54m3 por hora, como mínimo para cada lámpara de Xenón, o no menos que lo recomendado por el fabricante, para mantener una temperatura de operación en el alojamiento de la lámpara, no mayor de 54°C.

c) Cumplir lo establecido en el numeral 3.3 del artículo 3 de la presente norma técnica, en todo cuanto sea aplicable.

14.6 En baños, se deben cumplir las siguientes disposiciones:

14.6.1 Todos los cuartos de baño, duchas y servicios sanitarios similares, en caso incluyan un sistema de ventilación mecánica, deben ser dotados de un sistema de extracción mecánica, que produzca una renovación de aire cada tres (03) minutos; salvo que el aire de ventilación sea acondicionado, en cuyo caso, se requiere como mínimo una renovación de aire cada siete y medio minutos. La recirculación de aire, no está permitida en tales ambientes.

14.6.2 La ventilación mecánica en baños públicos o servicios higiénicos para el público, se debe efectuar mediante un sistema de extracción que descargue al exterior de la edificación.

14.6.3 Cumplir lo establecido en el numeral 3.3 del artículo 3 de la presente norma técnica, en todo cuanto sea aplicable.

14.7 En bóvedas y cuartos de máquina, se deben cumplir las siguientes disposiciones:

14.7.1 La ventilación de bóvedas y cuartos de máquinas ubicadas en sótanos, requiere como mínimo de una renovación de aire cada tres (03) minutos durante los períodos de ocupación humana, salvo que estén dotados de ventilación permanente.

14.7.2 Cumplir lo establecido en el numeral 3.3 del artículo 3 de la presente norma técnica, en todo cuanto sea aplicable.

14.8 En edificaciones con uso diferente a estacionamientos y que se ubiquen en sótanos, se deben cumplir las siguientes disposiciones:

14.8.1 Contar con un sistema de extracción de humos por medio de ventilación mecánica.

14.8.2 El proyecto debe sustentarse mediante una simulación por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios logarítmicos, a fin de tener la mejor configuración para la extracción del humo e inyección de aire fresco, que permita elevar la altura del humo y se facilite la rápida evacuación de las personas que se encuentran en el interior.

14.8.3 Cumplir lo establecido en el numeral 3.3 del artículo 3 de la presente norma técnica, en todo cuanto sea aplicable.

14.9 En estacionamientos (incluye el área de circulación), se deben cumplir las siguientes disposiciones:

14.9.1 En todas las edificaciones empleadas para estacionamiento o manejo de automóviles operando con su propio motor, se debe proveer de una ventilación que produzca como mínimo una renovación de aire cada 12 minutos, 12m3/h.m2 y una concentración máxima de 50 ppm. El Proyectista debe presentar los tres (03) cálculos respectivos y optar por el valor mayor.

14.9.2 En estacionamientos ubicados en primer nivel o niveles superiores, así como en semisótanos, se puede diseñar un sistema de ventilación natural cruzada, solo cuando el Proyectista sustente que la ventilación natural es suficiente y cumple con el valor mayor de provisión de ventilación mecánica según lo indicado en el sub numeral 14.9.1 del numeral 14.9 del artículo 14 de la presente norma técnica, de lo contrario debe utilizar ventilación mecánica.

14.9.3 En estacionamientos ubicados en sótanos.
a) Se debe cumplir con lo indicado en la Tabla N° 06.

Tabla N° 06

Condiciones de Diseño para Estacionamientos

Ubicación de estacionamiento	Ventilación Natural	Ventilación Mecánica
Primer sótano y segundo sótano	<p>Solo cuando se cumplan los siguientes requisitos:</p> <p>a. Proveer de una ventilación que produzca como mínimo una renovación de aire cada 12 minutos, 12m3/h.m2 y una concentración máxima de 50 ppm. El Proyectista debe presentar los tres cálculos respectivos y optar por el valor mayor.</p> <p>b. La ventilación natural debe ser cruzada.</p> <p>c. Deben disponerse aberturas hacia el medio ambiente exterior por lo menos en dos muros opuestos, de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas hacia el medio ambiente exterior permitiéndose una tolerancia del 5%.</p> <p>d. El proyecto de ventilación debe sustentarse mediante una simulación por medio de un modelamiento matemático apoyado en un software o en estudios logarítmicos a fin de tener la mejor configuración para la extracción del humo e inyección de aire fresco que permita elevar la altura del humo y se facilite la rápida evacuación de las personas que se encuentren en el interior</p> <p>En caso contrario debe aplicarse ventilación mecánica</p>	
Tercer sótano y siguientes		Obligatorio el cumplimiento de lo indicado en la presente norma.

b) El sistema mecánico de impulsión de aire se debe instalar en la parte superior lo más cercano al techo, la ubicación de la extracción debe ser definida por el Proyectista.

c) Los gases producto de motores de combustión interna (equipos electrógenos, motobombas contra incendios, entre otros) deben descargar a una altura mínima de 3,00 m del nivel de la vereda y dentro de los retiros, siempre y cuando no afecte las edificaciones colindantes, caso contrario, optar por otra forma de descargue, debidamente sustentado.

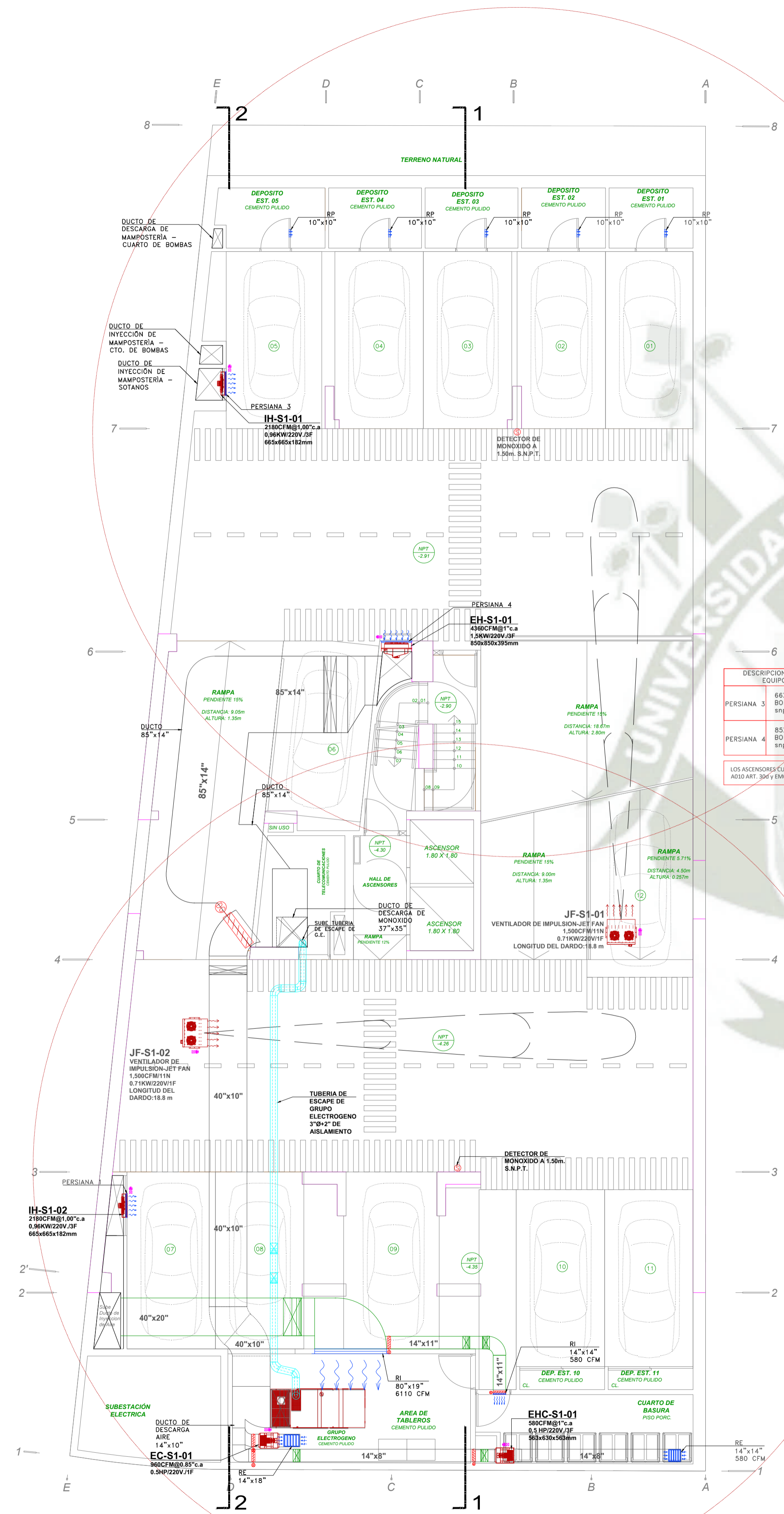
d) Para el caso de estacionamientos en sótanos sin edificaciones en pisos superiores (estacionamientos públicos), la altura de descarga mínima debe ser de 3,00 m por encima del nivel del techo y el sistema de extracción debe contar con ductos de salida de gases que no afecte las edificaciones colindantes, la vía pública, ni a la propia edificación; en cuyo caso se usan filtros.

e) En estacionamientos en sótanos a partir de cinco (05) plazas o de 100 m2 útiles, se debe contar con un sistema de detección de monóxido de carbono (CO) en cada planta o nivel, que active automáticamente el sistema de ventilación cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m.

f) Se prohíbe que los sótanos o pisos estén comunicados entre sí por medio de pases o rejillas en los pisos.

g) Los ventiladores de impulsión, tales como los ventiladores tipo JET FAN, pueden ser utilizados como parte del sistema de ventilación y deben sustentarse por medio de un software especializado que no permita la recirculación de humos y gases.





LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS	
SIMBOLOS	DESCRIPCION
⊙	BOTONERA H=1.20m s.n.p.t.
⊠	CAJA DE PASE
⚡	SALIDA DE FUERZA
⊙	DETECTOR DE MONOXIDO A 1.50m S.N.P.T.
⊙	SENSOR DE HUMO
⊠	VARIADOR DE FRECUENCIA
▬	DUCTO METALICO FIERRO GALVANIZADO
▬	DUCTO METALICO FIERRO NEGRO e=1.5 mm
▬	DUCTO MAMPOSTERIA ENTERRADO
⊠	CODO REDONDO
⊠	CODO RECTO
⊠	UNION FLEXIBLE
⊠	TRANSFORMACION
⊠	DUCTO QUE SUBE
⊠	DUCTO RECTO QUE BAJA
⊠	DUCTO CURVO QUE BAJA
⊠	REDUCCION
⊠	DAMPER DE DUCTO
⊠	REJILLA DE INYECCION (RI)
⊠	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
⊠	REJILLA DE DESCARGA (RD)
⊠	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
⊠	REJILLA EN PUERTA
⊠	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
⊠	DAMPER CORTAFUEGO/HUMO
⊠	DAMPER GRAVEDAD
⊠	DAMPER DE ALIVIO
⊠	DAMPER MOTORIZADO
⊠	INYECCION CENTRIFUGO
⊠	EXTRACTOR CENTRIFUGO
⊠	INYECCION/EXTRACTOR-HELICOCENTRIFUGO
⊠	JET FAN

DESCRIPCION DE PERSIANA EN EQUIPO HELICOIDAL	
PERSIANA 3	66X66cm BORDE INFERIOR =1,50m s.n.p.t.
PERSIANA 4	85X85cm BORDE INFERIOR =1,50m s.n.p.t.

LOS ASCENSORES SE AMPLIAN CON AL NORMA A202 (ART. 306 y ANEXO DEL IVE)

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION FORZADA

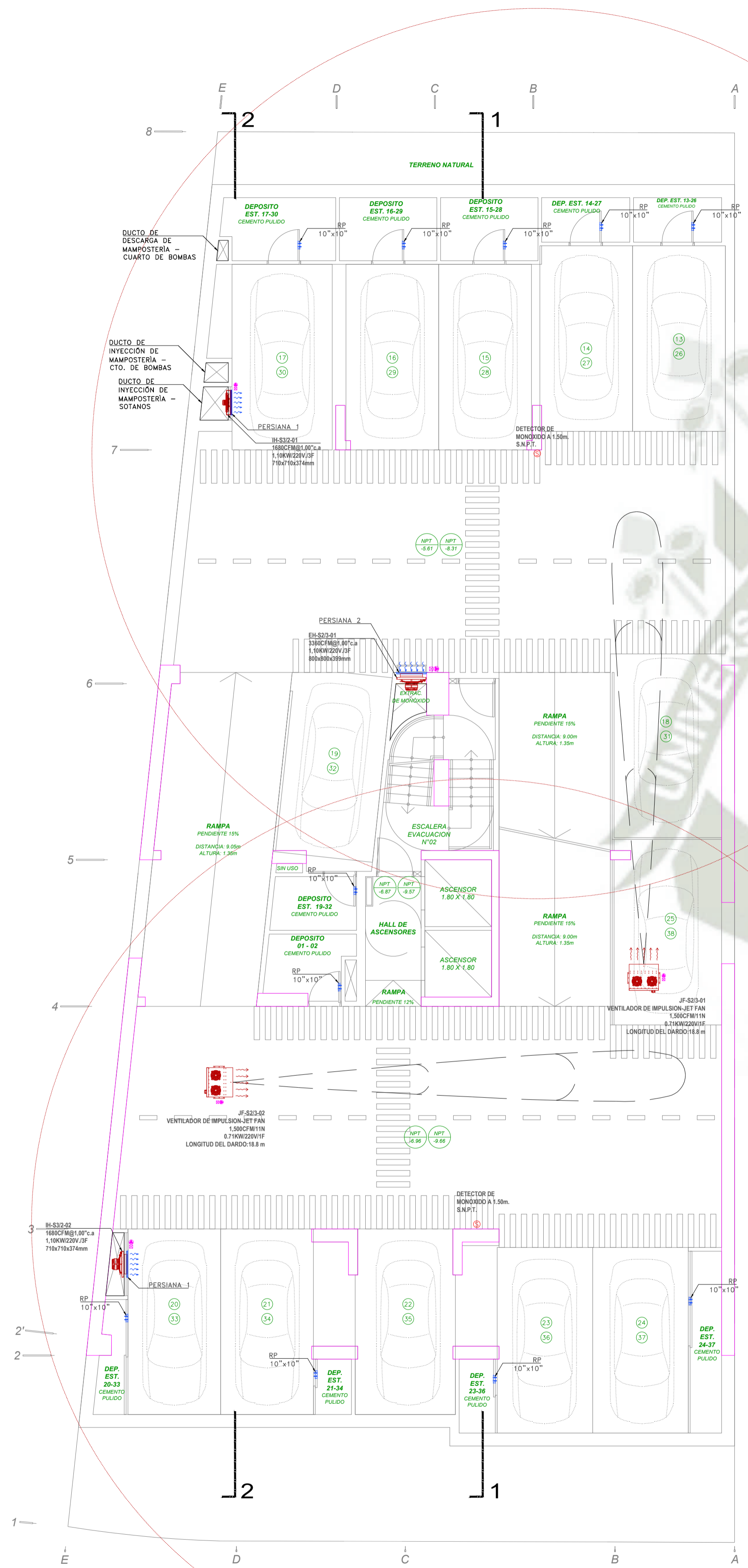
EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES						
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	CAIDA DE PRESION (pulg. C.A.)	TIPO	TRANSMISION	MOTOR	DIMENSIONES
EC-S1-01	1	960	0.85	CENTRIFUGO	DIRECTA	0.5HP/220V/1F/60HZ	563x430x430mm
EHC-S1-01	1	580	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	0.5HP/220V/3F/60HZ	563x630x563mm
IH-S1-01,02	2	2180	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	0,96KW/220V/3F/60HZ	665x665x182mm
EH-S1-01	1	4360	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,50KW/220V/3F/60HZ	850x850x395mm
TOTAL DE EQUIPOS	5 UND						

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE JET FAN

EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES					
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	FUERZA DE EMPUJE (N)	TIPO	TRANSMISION	MOTOR
JF-S1-01 JF-S1-02	2	1,500	11	CENTRIFUGO	DIRECTA	0.71kW/220V/1F
TOTAL DE EQUIPOS	2 UND					

PLANTA SÓTANO NRO.1 - INSTALACIONES MECANICAS
ESC. 1/100

 <p>Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica</p>	LÁMINA:
	IM-01
<p>NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA</p>	
<p>PLANO: PLANTA SÓTANO NRO.1 - INSTALACIONES MECANICAS</p>	<p>DISEÑADO POR: Jorge Andrés Uska Quiroz</p>
<p>FECHA: Marzo 2022</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>



DESCRIPCION DE PERSIANA EN EQUIPO HELICOIDAL

PERSIANA 1	71x71cm BORDE INFERIOR = 1,50m snpf
PERSIANA 2	80x80cm BORDE INFERIOR = 1,50m snpf

LOS ASCENSORES CUMPLIRAN CON AL NORMA ADOPTADA Y EMITO DEL LINE

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS

SIMBOLOS	DESCRIPCION
⊕	BOTONERA H=1,20m s.n.p.t
⊖	CAJA DE PASE
⚡	SALIDA DE FUERZA
⊕	DETECTOR DE MONOXIDO A 1,50m S.N.P.T.
⊖	SENSOR DE HUMO
⊕	VARIADOR DE FRECUENCIA
—	DUCTO METALICO FIERRO GALVANIZADO
—	DUCTO METALICO FIERRO NEGRO e=1,5 mm
—	DUCTO MAMPOSTERIA ENTERRADO
⊕	CODO REDONDO
⊖	CODO RECTO
—	UNION FLEXIBLE
—	TRANSFORMACION
—	DUCTO QUE SUBE
—	DUCTO RECTO QUE BAJA
—	DUCTO CURVO QUE BAJA
—	REDUCCION
—	DAMPER DE DUCTO
—	REJILLA DE INYECCION (RI)
—	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
—	REJILLA DE DESCARGA (RD)
—	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
—	REJILLA EN PUERTA
—	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
—	DAMPER CORTAFUEGO/HUMO
—	DAMPER GRAVEDAD
—	DAMPER DE ALIVIO
—	DAMPER MOTORIZADO
IC	INYECTOR CENTRIFUGO
EC	EXTRACTOR CENTRIFUGO
HY/EH - HC/EHC	INYECTOR/EXTRACTOR-HELICOCENTRIFUGO
J	JET FAN

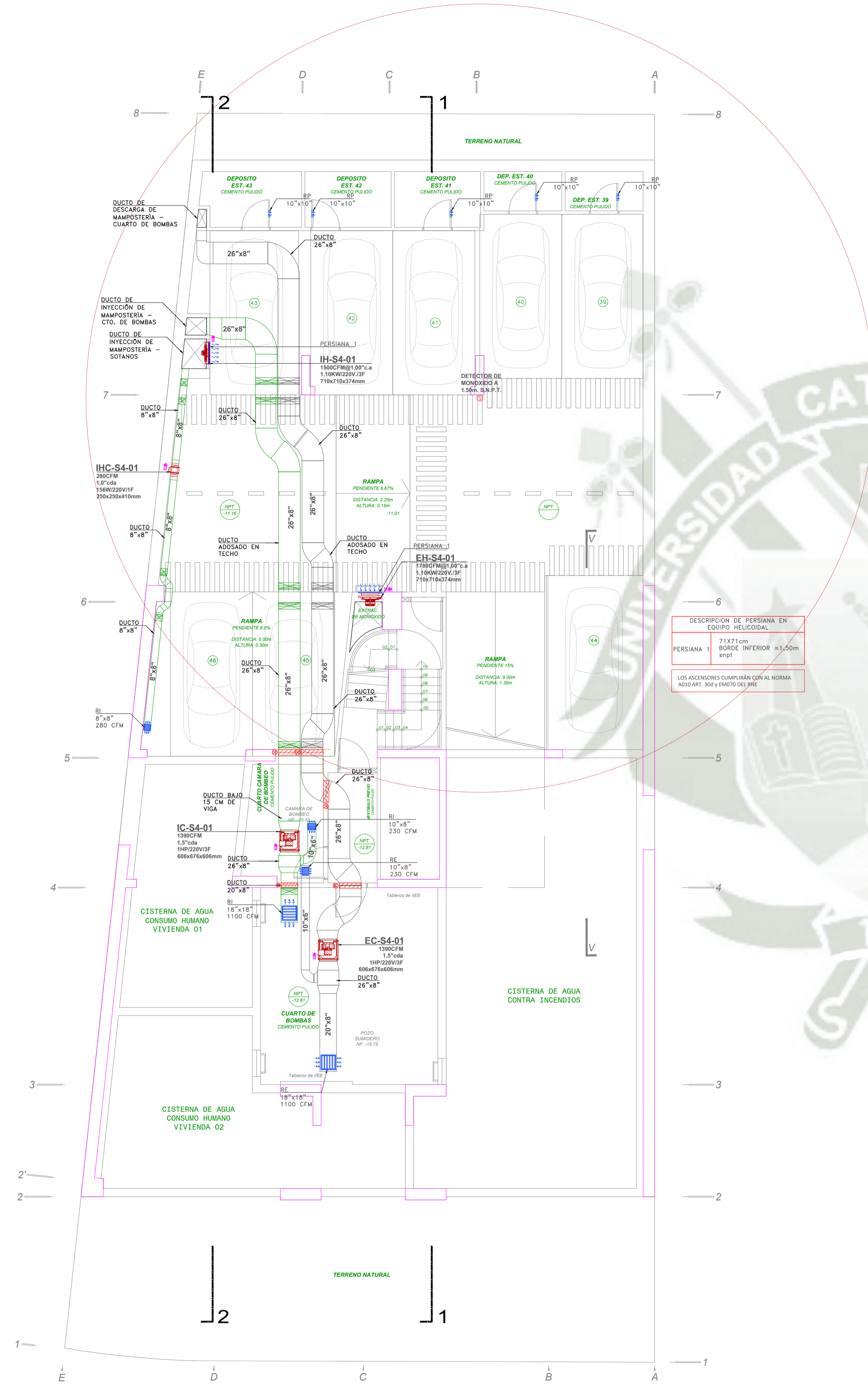
TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION FORZADA

EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES				MOTOR	DIMENSIONES
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	CAIDA DE PRESION (pulg. C.A.)	TIPO		
IH-S3/2-01	1	1680	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,10kW/220V/3F
EH-S3/2-01	1	3360	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,1kW/220V/3F
IH-S3/2-02	1	1680	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,10kW/220V/3F
TOTAL DE EQUIPOS	3 UND					

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE JET FAN

EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES				MOTOR
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	FUERZA DE EMPUJE (N)	TIPO	
JF-S2/3-01	2	1,500	11	CENTRIFUGO	DIRECTA
JF-S2/3-02					
TOTAL DE EQUIPOS	2 UND				

 <p>Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica</p>	LÁMINA:
	IM-02
<p>NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA</p>	ESCALA:
<p>PLANO: PLANTA SÓTANO NRO. 2 Y NRO. 3 - INSTALACIONES MECANICAS</p>	<p>DISEÑADO POR: Jorge Andrés Uska Quiroz</p>
<p>FECHA: Marzo 2022</p>	<p>ESCALA: 1:100</p>



PLANTA SÓTANO NRO. 4 - INSTALACIONES MECÁNICAS
ESC. 1/100

LEYENDA DE INSTALACIONES MECÁNICAS	
SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN
	BOTONERA H=1.20m s.n.p.t
	CAJA DE PASE
	SAIDA DE FUERZA
	DETECTOR DE MONOXIDO A 1.50m S.N.P.T.
	SENSOR DE HUMO
	VARIADOR DE FRECUENCIA
	DUCTO METALICO FIERRO GALVANIZADO
	DUCTO METALICO FIERRO NEGRO ø=1.5 mm
	DUCTO MAPOSTERIA ENTERRADO
	CODO REDONDO
	CODO RECTO
	UNION FLEXIBLE
	TRANSFORMACION
	DUCTO QUE SUBE
	DUCTO RECTO QUE BAJA
	DUCTO CURVO QUE BAJA
	REDUCCION
	DAMPER DE DUCTO
	REJILLA DE INYECCION (RI)
	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	REJILLA DE DESCARGA (RO)
	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
	REJILLA EN PUERTA
	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	DAMPER CORTAFUEGO/HUMO
	DAMPER GRAVEDAD
	DAMPER DE ALUVIDO
	DAMPER MOTORIZADO
	INECTOR CENTRIFUGO
	EXTRACTOR CENTRIFUGO
	INECTOR/EXTRACTOR-HELICOCENTRIFUGO
	JET FAN

DESCRIPCION DE PERSIANA EN EQUIPO HELICOCENTRAL
 PERSIANA 1 71x71cm
 BORDE INFERIOR ø=1,50m
 ø=1cm
 LOS ASCENSORES CUMPLIRAN CON LA NORMA A010 ART. 306 y EMBO DEL INE

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION FORZADA

EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES					MOTOR	DIMENSIONES
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	CAIDA DE PRESION (pulg. C.A.)	TIPO	TRANSMISION		
IC-S4-01	1	1390	1.50	CENTRIFUGO	DIRECTA	1HP/220V/3F/60HZ	606x676x606mm
EC-S4-01	1	1390	1.50	CENTRIFUGO	DIRECTA	1HP/220V/3F/60HZ	606x676x606mm
IHC-S4-01	1	280	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	156W/220V/1F/60HZ	250x250x410mm
IH-S4-01	1	1500	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,10KW/220V/3F/60HZ	710x710x374mm
EH-S4-01	1	1780	1.00	HELICO - CENTRIFUGO	DIRECTA	1,10KW/220V/3F/60HZ	710x710x374mm
TOTAL DE EQUIPOS	5 UND						



Universidad Católica de Santa María
 Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
 Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:
IM-03

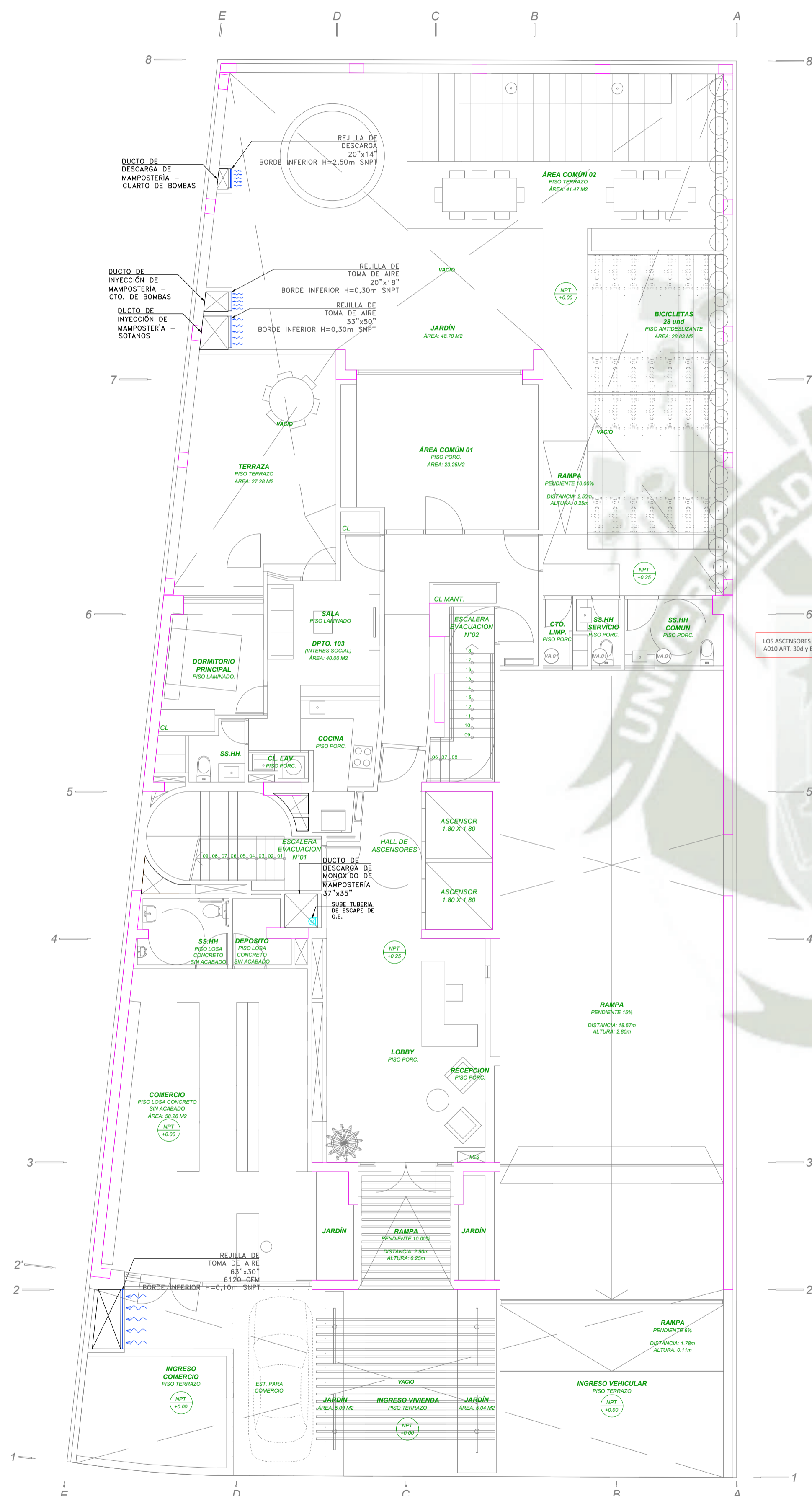
NOMBRE DEL PROYECTO:
 SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
 PLANTA SÓTANO NRO. 4 - INSTALACIONES MECÁNICAS

DESEÑADO POR:
 Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
 Marzo 2022

ESCALA:
 1:100



PLANTA 1ER NIVEL - INSTALACIONES MECANICAS
ESC. 1/100

LOS ASCENSORES CUMPLIRAN CON LA NORMA
ADOPT. ART. 304 Y EMODTO DEL RNE

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS	
SIMBOLOS	DESCRIPCION
	BOTONERA H=1,20m s.n.p.t
	CAJA DE PASE
	SALIDA DE FUERZA
	DETECTOR DE MONOXIDO A 1,50m S.N.P.T.
	SENSOR DE HUMO
	VARIADOR DE FRECUENCIA
	DUCTO METALICO FIERRO GALVANIZADO
	DUCTO METALICO FIERRO NEGRO e=1,5 mm
	DUCTO MAPOSTERIA ENTERRADO
	CODO REDONDO
	CODO RECTO
	UNION FLEXIBLE
	TRANSFORMACION
	DUCTO QUE SUBE
	DUCTO RECTO QUE BAJA
	DUCTO CURVO QUE BAJA
	REDUCCION
	DAMPER DE DUCTO
	REJILLA DE INYECCION (RI)
	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	REJILLA DE DESCARGA (RD)
	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
	REJILLA EN PUERTA
	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	DAMPER CORTAFUOGO/HUMO
	DAMPER GRAVEDAD
	DAMPER DE ALIVO
	DAMPER MOTORIZADO
	INYECTOR CENTRIFUGO
	EXTRACTOR CENTRIFUGO
	INYECTOR/EXTRACTOR-HELICOCENTRIFUGO
	JET FAN



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:
IM-04

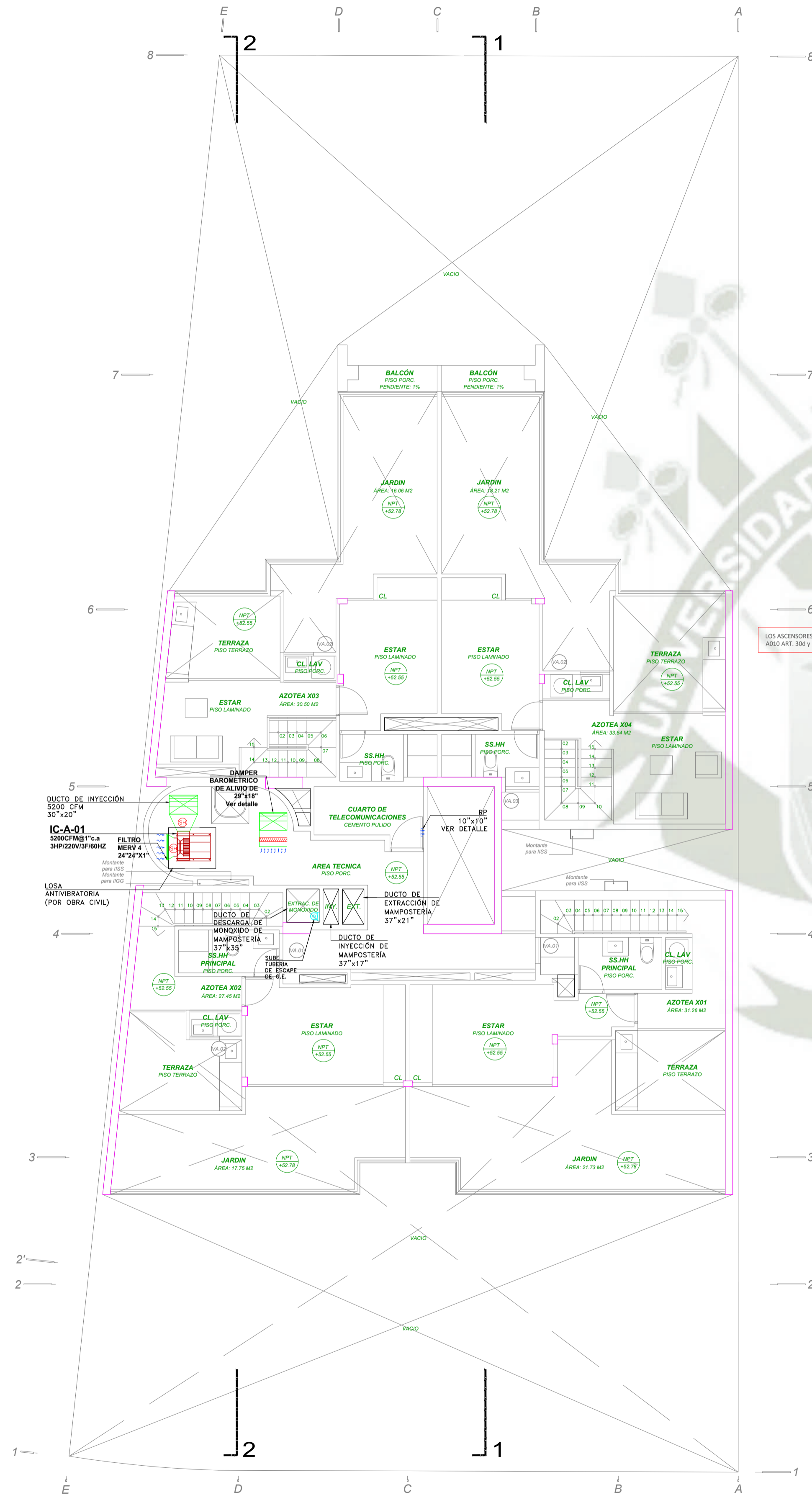
NOMBRE DEL PROYECTO:
SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
PLANTA 1ER NIVEL- INSTALACIONES MECANICAS

DISEÑADO POR:
Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
Marzo 2022

ESCALA:
1:100



PLANTA AZOTEA - INSTALACIONES MECANICAS
ESC. 1/100

LEYENDA DE INSTALACIONES MECANICAS	
SIMBOLOS	DESCRIPCION
	BOTONERA H=1,20m s.n.p.l
	CAJA DE FASE
	SAIDA DE FUERZA
	DETECTOR DE MONOXIDO A 1,50m S.N.P.T.
	SENSOR DE HUMO
	VARIADOR DE FRECUENCIA
	DUCTO METALICO FIERRO GALVANIZADO
	DUCTO METALICO FIERRO NEGRO e=1,5 mm
	DUCTO MAMPOSTERIA ENTERRADO
	CODO REDONDO
	CODO RECTO
	UNION FLEXIBLE
	TRANSFORMACION
	DUCTO QUE SUBE
	DUCTO RECTO QUE BAJA
	DUCTO CURVO QUE BAJA
	REDUCCION
	DAMPER DE DUCTO
	REJILLA DE INYECCION (RI)
	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	REJILLA DE DESCARGA (RD)
	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
	REJILLA EN PUERTA
	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	DAMPER CORTAFUEGO/HUMO
	DAMPER GRAVEDAD
	DAMPER DE ALIVIO
	DAMPER MOTORIZADO
	IC INYECTOR CENTRIFUGO
	EC EXTRACTOR CENTRIFUGO
	h/EH = hC/EHC INYECTOR/EXTRACTOR-HELICOCENTRIFUGO
	JF JET FAN



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:
IM-05

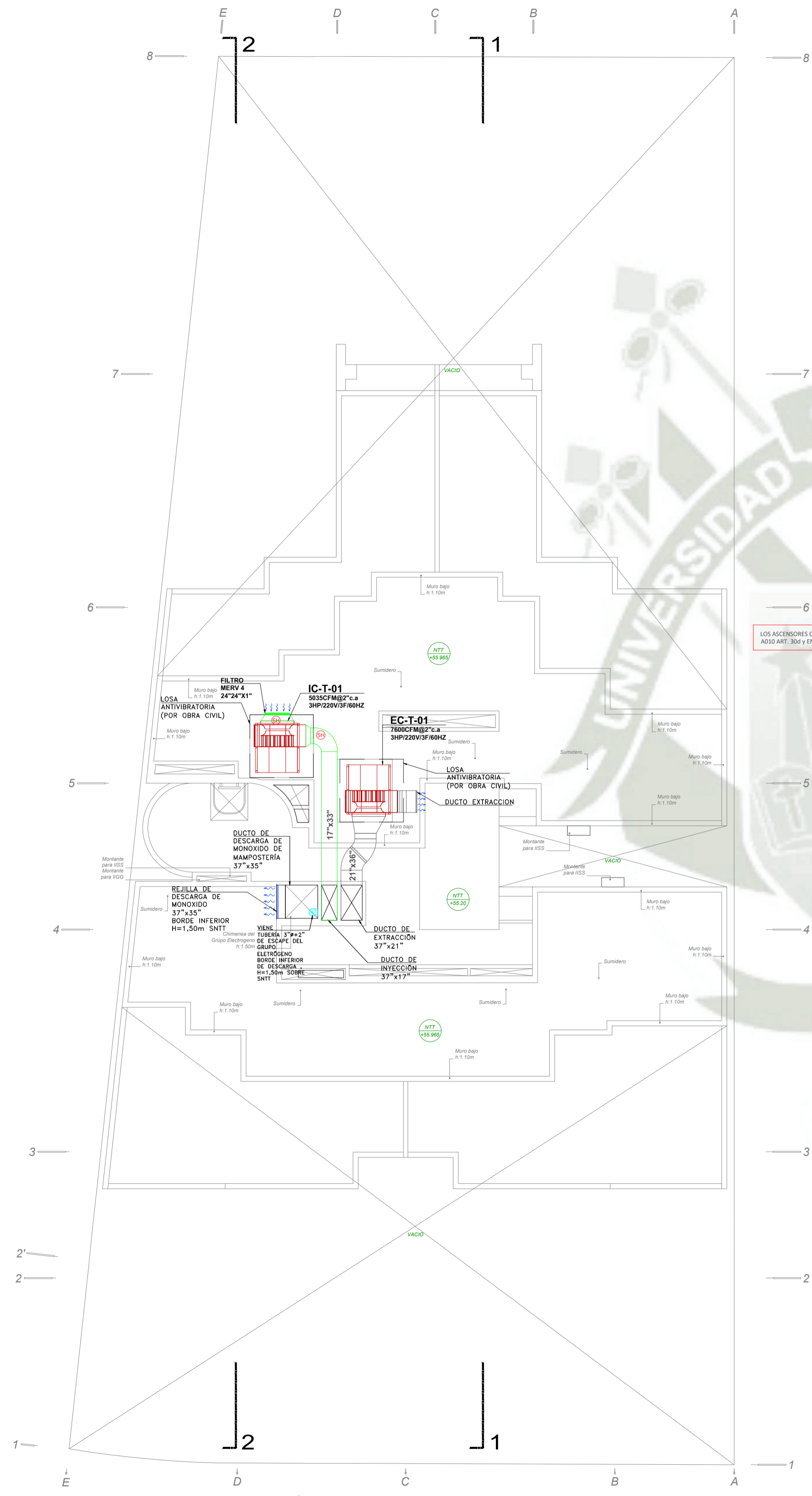
NOMBRE DEL PROYECTO:
SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
PLANTA AZOTEA - INSTALACIONES MECANICAS

DISEÑADO POR:
Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
Marzo 2022

ESCALA:
1:100



PLANTA TECHOS - INSTALACIONES MECÁNICAS
ESC. 1/100

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS DE VENTILACION FORZADA

EQUIPO	VENTILADORES / EXTRACTORES						DIMENSIONES
	CANTIDAD	CAUDAL (CFM)	CAIDA DE PRESION (pulg. C.A.)	TIPO	TRANSMISION	MOTOR	
IC-T-01	1	5035	2.00	CENTRIFUGO	DIRECTA	3HP/220V/3F	-
EC-T-01	1	7600	2.00	CENTRIFUGO	DIRECTA	3HP/220V/3F	-
TOTAL DE EQUIPOS	02 UND						



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:
IM-06

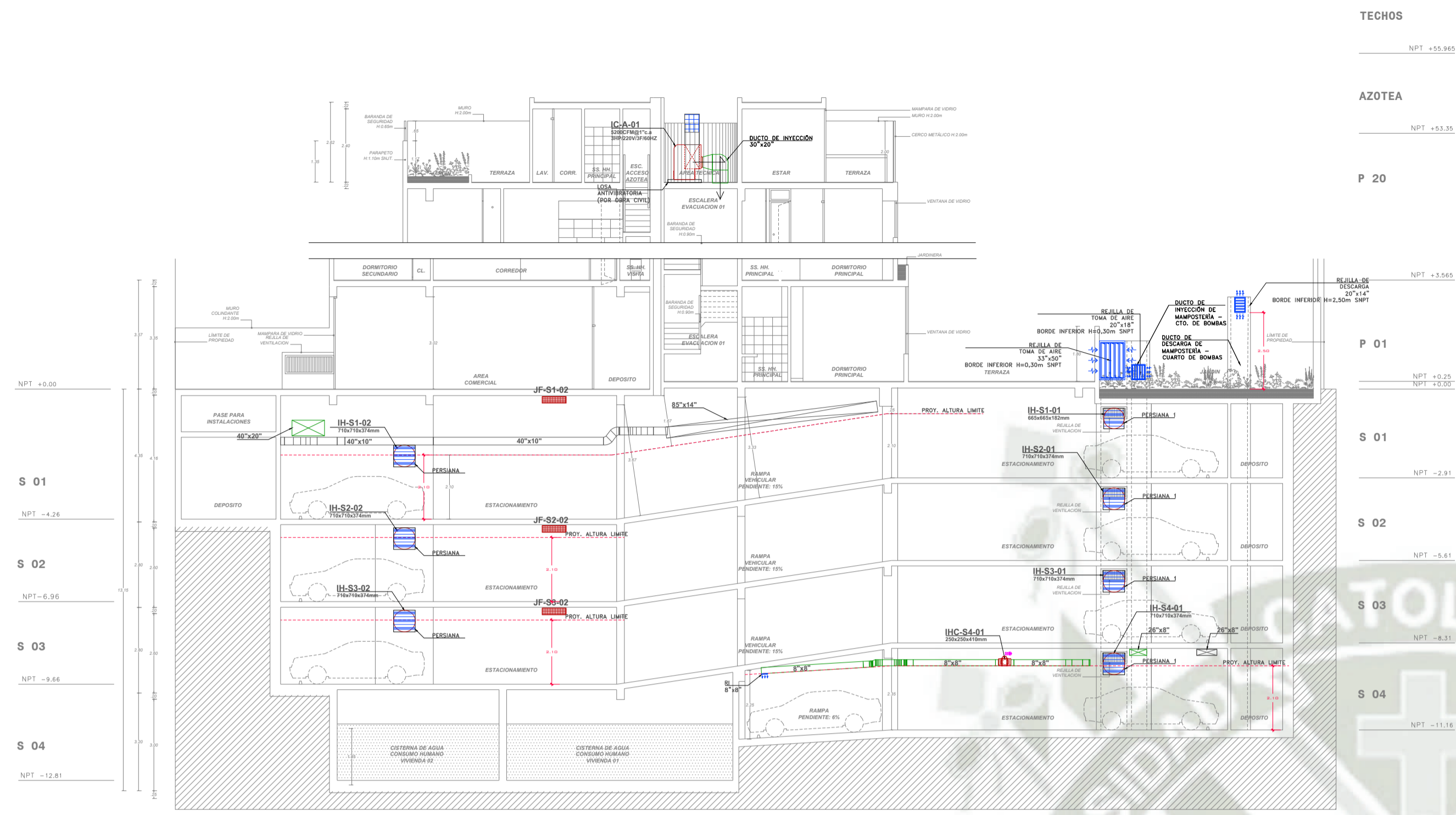
NOMBRE DEL PROYECTO:
SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
PLANTA TECHOS - INSTALACIONES MECÁNICAS

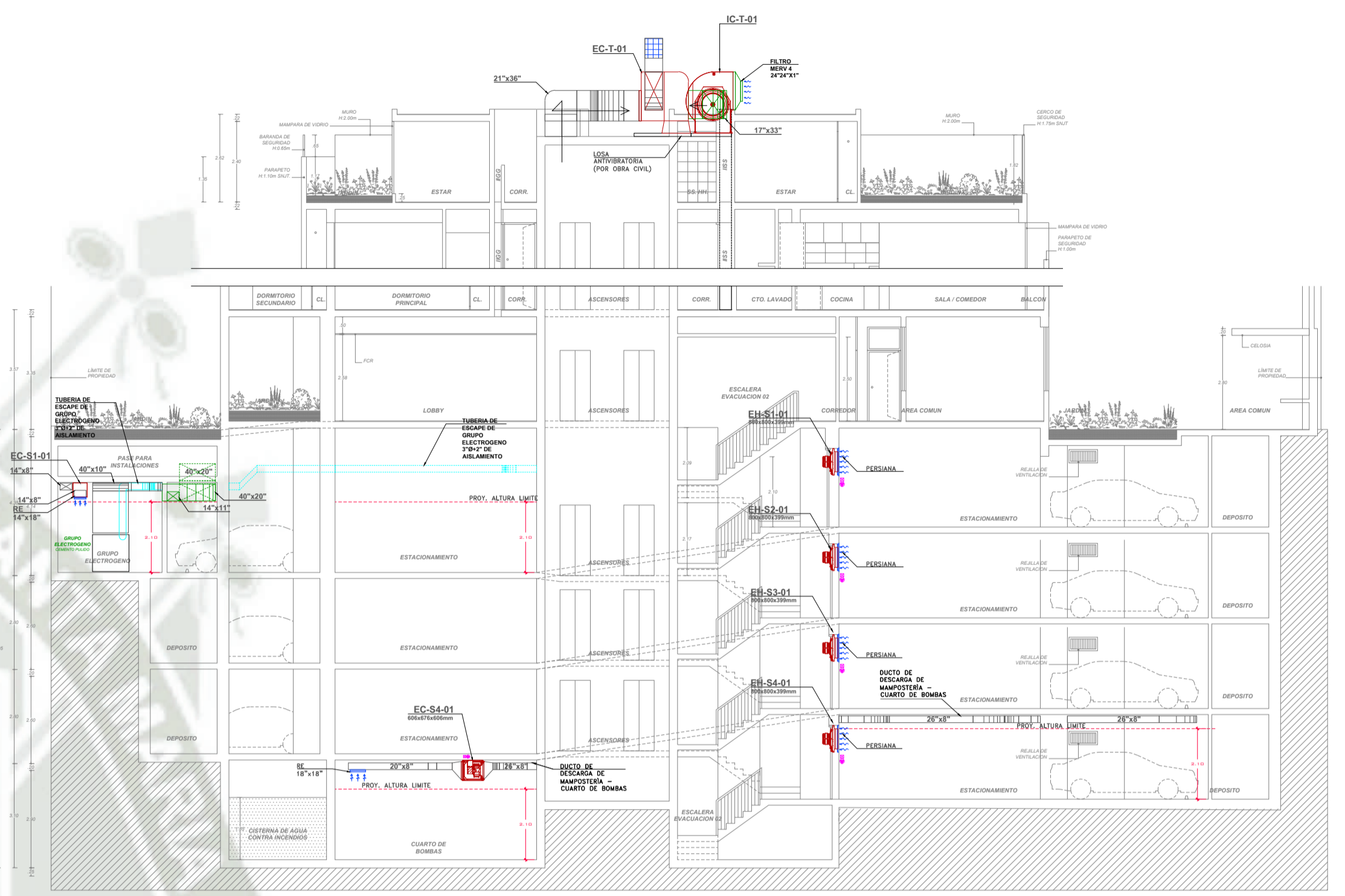
DISEÑADO POR:
Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
Marzo 2022

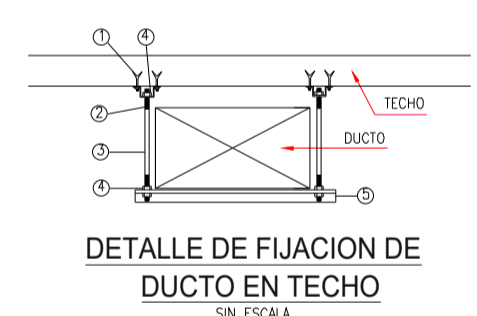
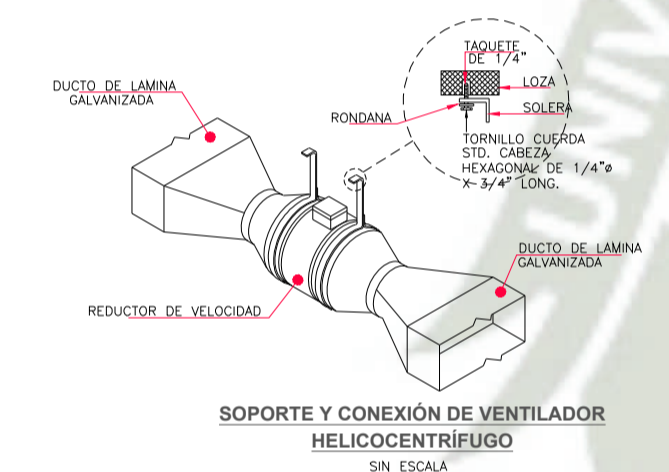
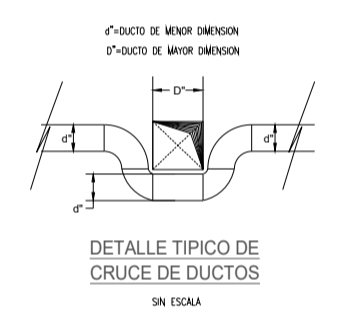
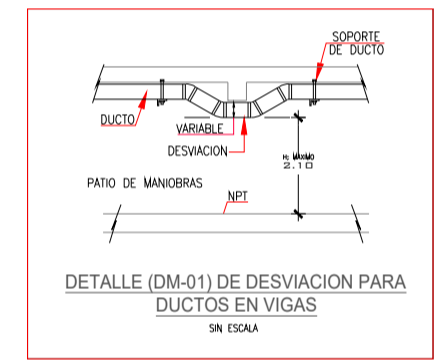
ESCALA:
1:100



CORTE 2-2
ESC. 1/100

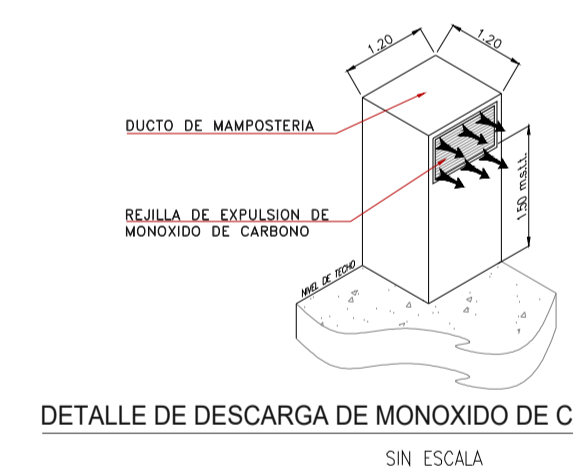
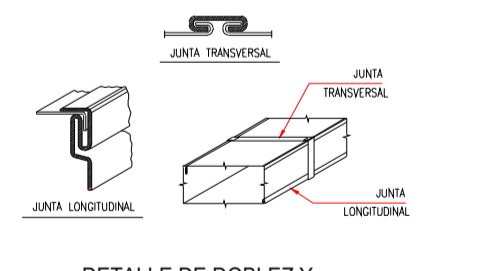


CORTE 1-1
ESC. 1/100

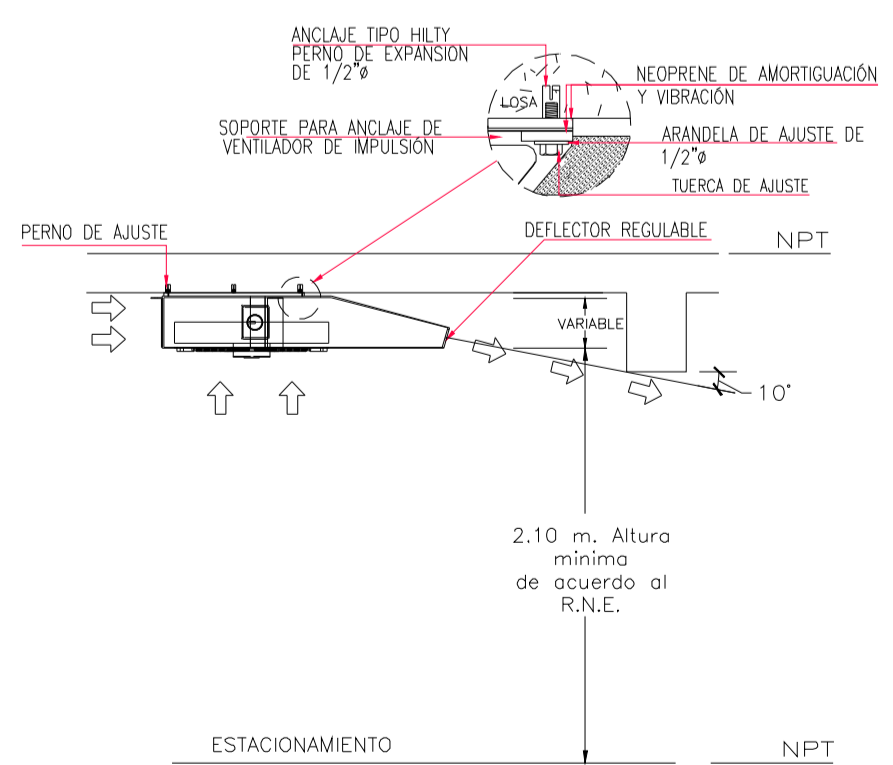


- 1 ANCLAJE EN TECHO 81/2" x 0.15cm.
- 2 PLATINA EN FIERRO GALVANIZADO DE 1/8" DE ESPESOR
- 3 COLADOR DE 3/8" Ø
- 4 TUBERÍA DE 1/2"
- 5 ANGLULO SOPORTE DE 1 1/2" x 1/2" x 1/8"

NOTA: LOS SOPORTES SERÁN COLOCADOS A LO LARGO DEL SISTEMA DE DUCTOS Y A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 2.4 m ENTRE ELLOS

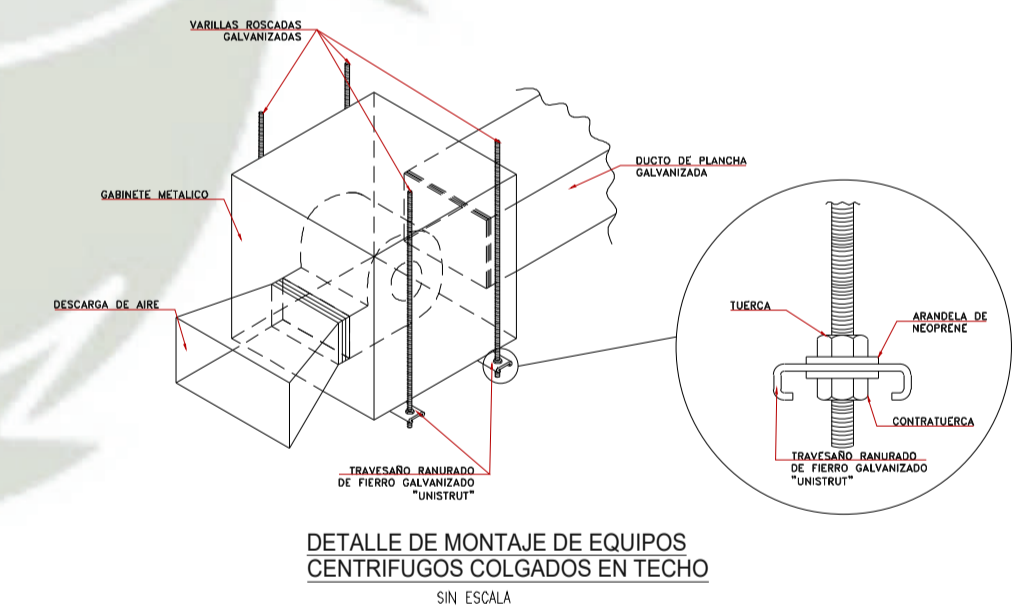


DETALLE DE DESCARGA DE MONÓXIDO DE CARBONO EN TECHO
SIN ESCALA

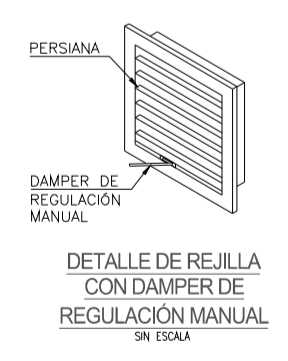


DETALLE DE INSTALACIÓN DE JET FAN
SIN ESCALA

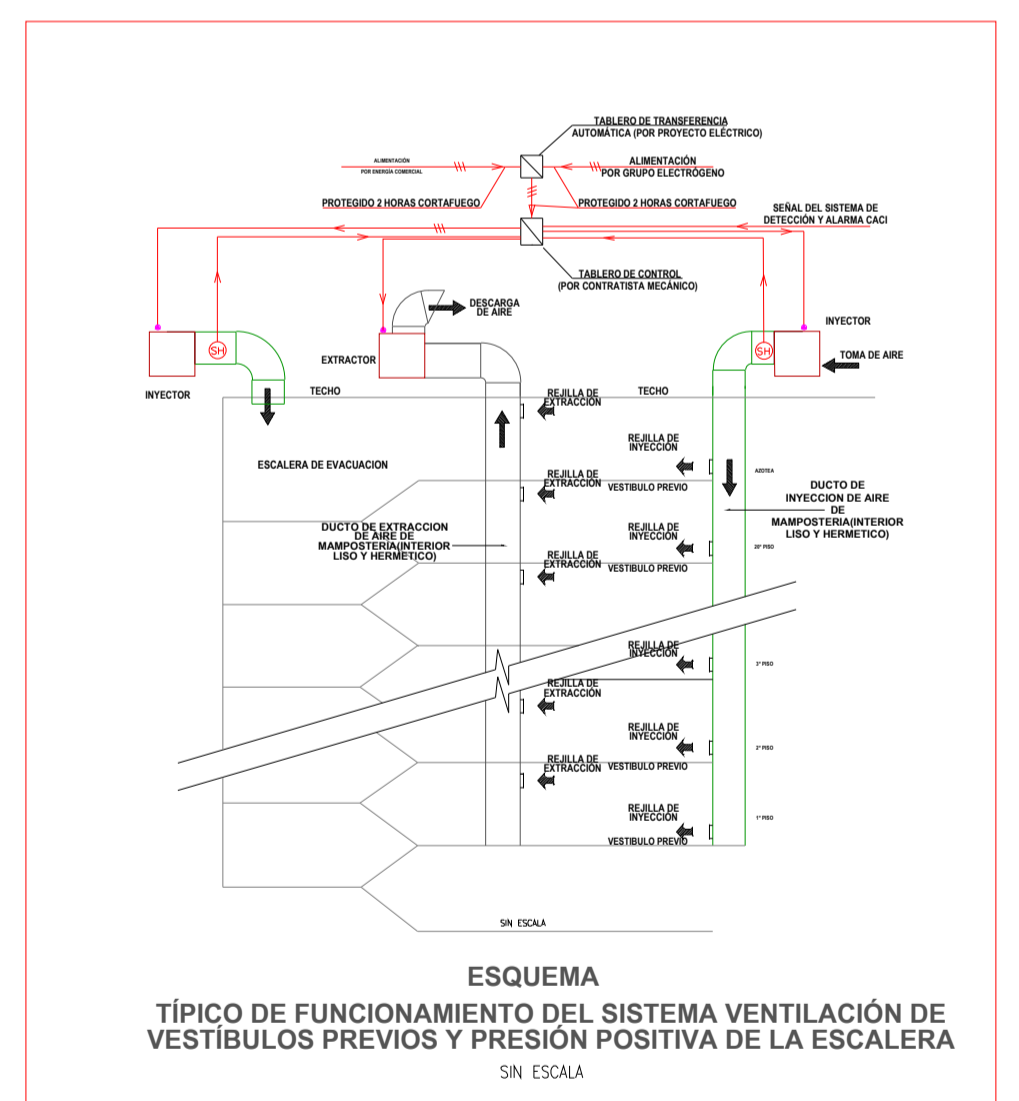
LEYENDA DE INSTALACIONES MECÁNICAS	
Símbolos	Descripción
⊙	BOTONERA H=1,20m s.n.p.l
⊠	CAJA DE PASE
⊞	SALIDA DE FUERZA
⊞	DETECTOR DE MONÓXIDO A 1,50m S.N.P.T.
⊞	SENSOR DE HUMO
⊞	VARIADOR DE FRECUENCIA
⊞	DUCTO METÁLICO FIERRO GALVANIZADO
⊞	DUCTO METÁLICO FIERRO NEGRO e=1.5 mm
⊞	DUCTO MAMPOSTERÍA ENTERRADO
⊞	CODO REDONDO
⊞	CODO RECTO
⊞	UNIÓN FLEXIBLE
⊞	TRANSFORMACION
⊞	DUCTO QUE SUBE
⊞	DUCTO RECTO QUE BAJA
⊞	DUCTO CURVO QUE BAJA
⊞	REDUCCION
⊞	DAMPER DE DUCTO
⊞	REJILLA DE INYECCION (RI)
⊞	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
⊞	REJILLA DE DESCARGA (RD)
⊞	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
⊞	REJILLA EN PUERTA
⊞	REJILLA DE RETORNO (RR) / REJILLA DE EXTRACCION (RE)
⊞	DAMPER CORTAFUEGO/HUMO
⊞	DAMPER GRANDE
⊞	DAMPER DE ALNO
⊞	DAMPER MOTORIZADO
⊞	INYECTOR CENTRIFUGO
⊞	EXTRACTOR CENTRIFUGO
⊞	INYECTOR/EXTRACTOR-HELICENTRIFUGO
⊞	JET FAN



DETALLE DE MONTAJE DE EQUIPOS CENTRÍFUGOS COLGADOS EN TECHO
SIN ESCALA



DETALLE DE REJILLA CON DAMPER DE REGULACION MANUAL
SIN ESCALA



ESQUEMA TÍPICO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA VENTILACIÓN DE VESTIBULOS PREVIOS Y PRESIÓN POSITIVA DE LA ESCALERA
SIN ESCALA



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:
IM-07

NOMBRE DEL PROYECTO:
SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
CORTES DE ESTACIONAMIENTO

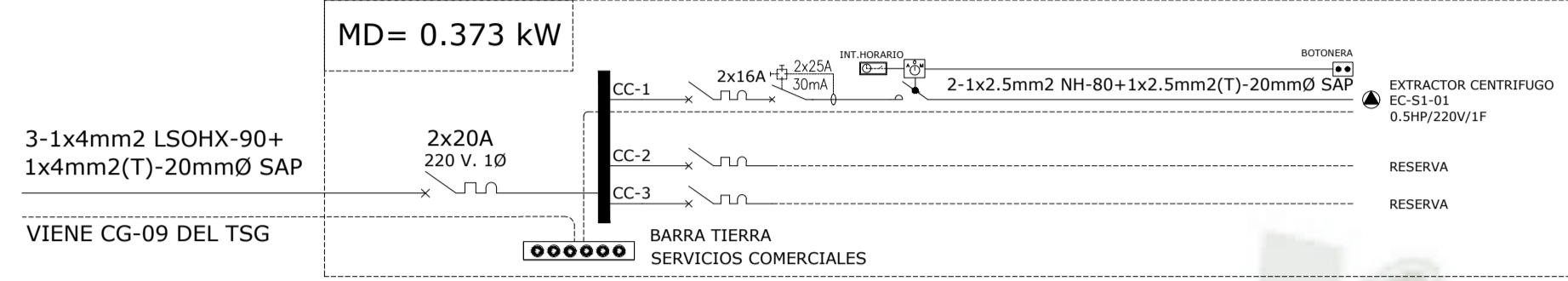
DISEÑADO POR:
Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
Marzo 2022

ESCALA:
1:100

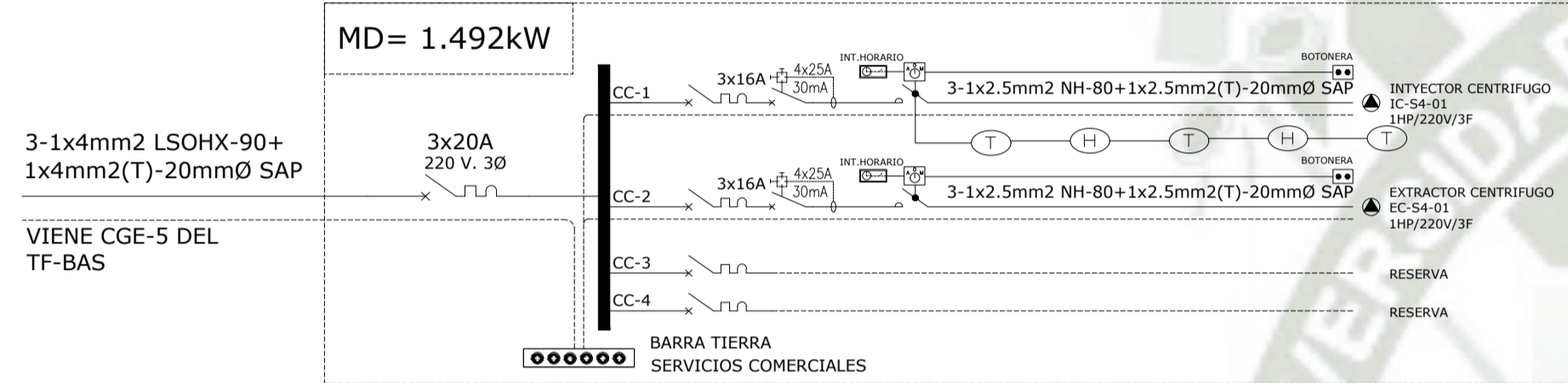
TABLERO DE CONTROL DE VENTILACION DE GRUPO ELECTROGENO "TC-VGE"

TABLERO DE 18 POLOS ADOSADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 5 INT. DIFERENCIALES



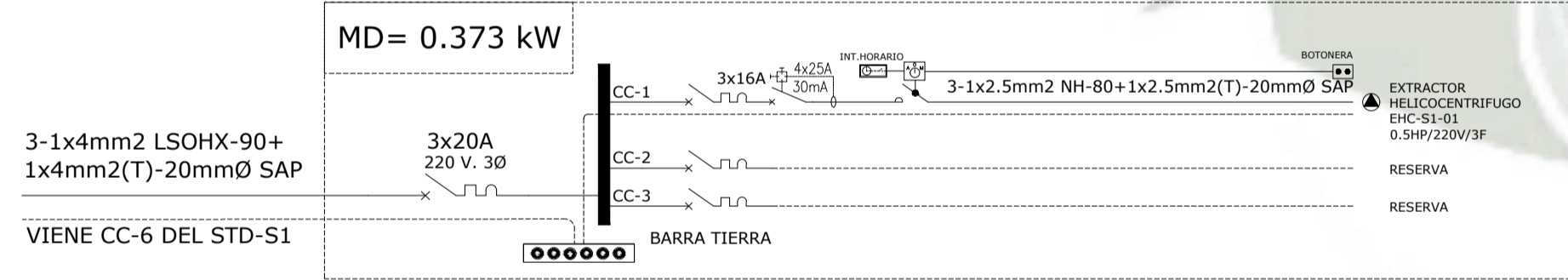
TABLERO DE CONTROL DE VENTILACION DE CUARTO DE BOMBAS "TC-VBAS"

TABLERO DE 18 POLOS ADOSADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 4 INT. DIFERENCIALES



TABLERO DE CONTROL DE VENTILACION DE CUARTO DE BASURAS "TC-VBA"

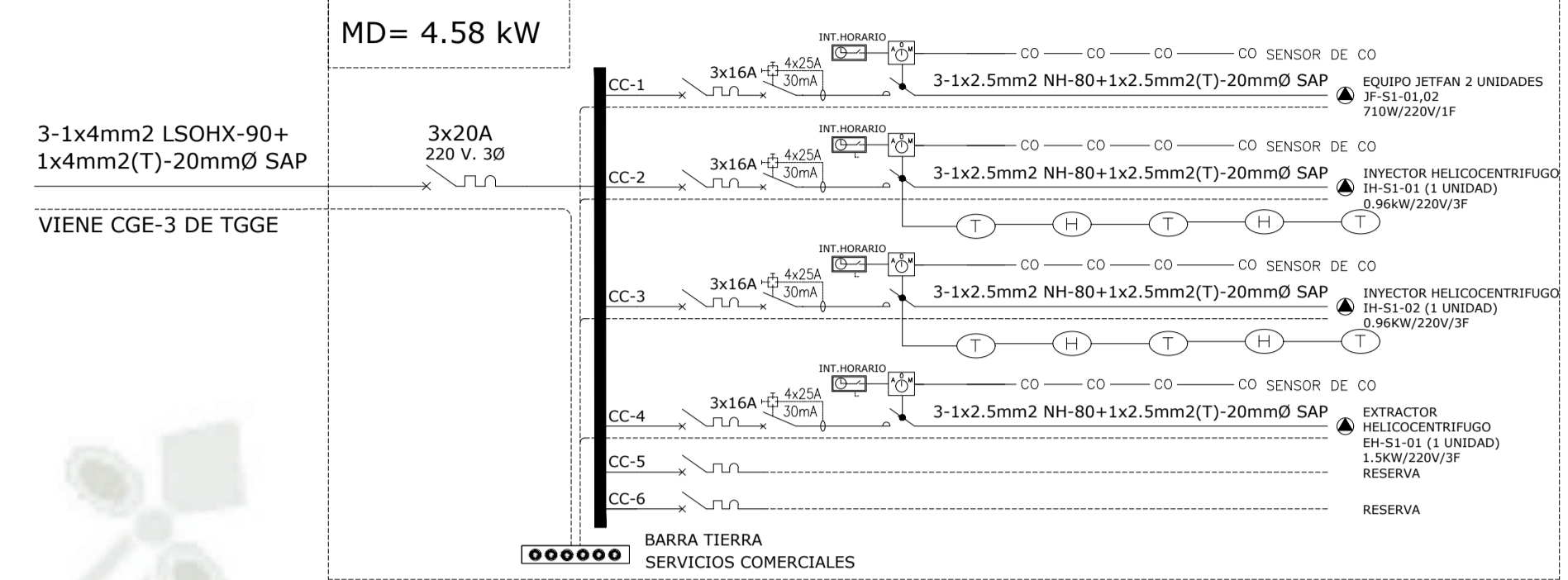
TABLERO DE 12 POLOS ADOSADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 4 INT. DIFERENCIALES



TSG	TABLERO DE SERVICIOS GENERALES
TF-BAS	TABLERO DE FUERZA - CUARTO DE BOMBAS
STD-S1	SUBTABLERO DE DISTRIBUCIÓN SÓTANO 1
TGGE	TABLERO GENERAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO

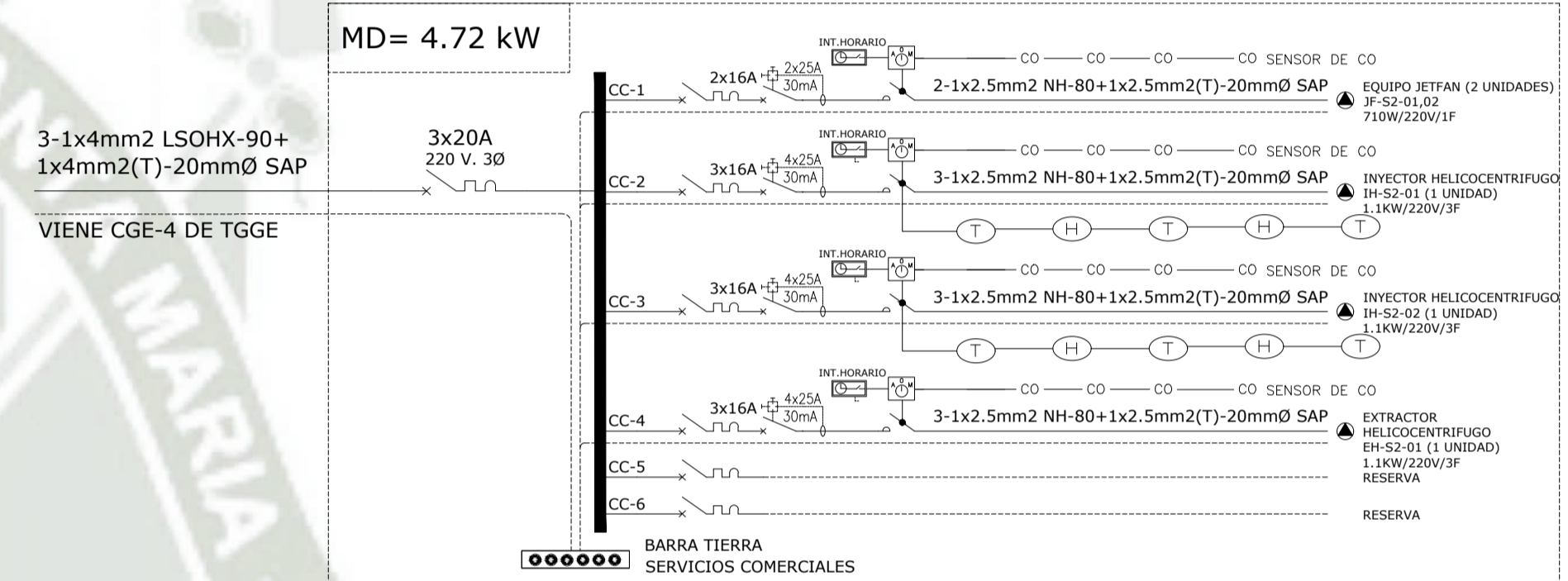
TABLERO DE CONTROL EXTRACCION DE MONOXIDOS SOTANO Nro. 1 "TC-S1"

TABLERO DE 24 POLOS ADOSADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 6 INT. DIFERENCIALES



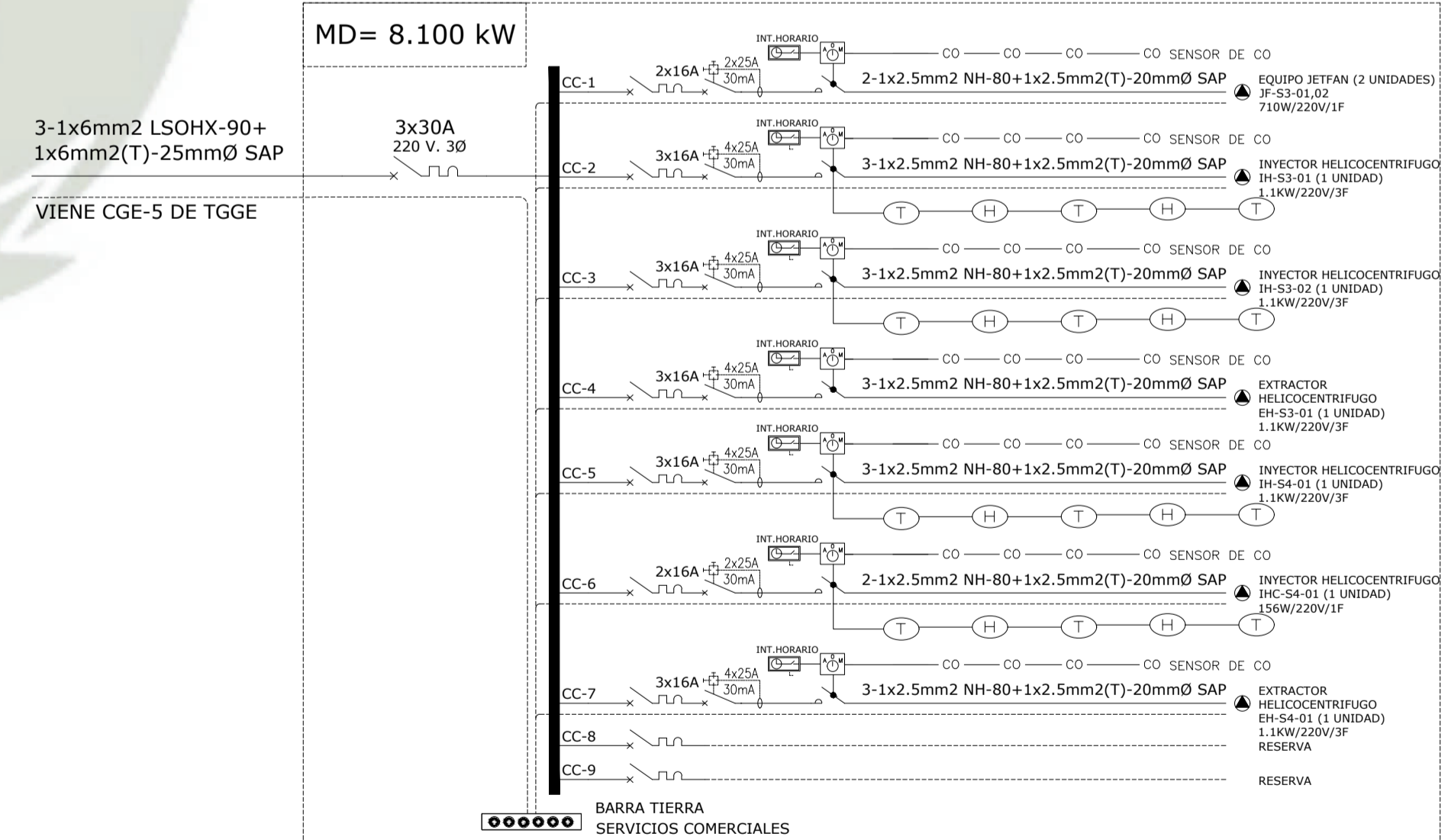
TABLERO DE CONTROL EXTRACCION DE MONOXIDOS SOTANO Nro. 2 "TC-S2"

TABLERO DE 24 POLOS EMPOTRADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 6 INT. DIFERENCIALES



TABLERO DE CONTROL EXTRACCION DE MONOXIDOS SOTANOS Nro. 3 y Nro. 4 "TC-S3"

TABLERO DE 30 POLOS EMPOTRADO CONFORMADO POR INTERRUPTORES DEL TIPO RIEL DIN + ESPACIO P. 9 INT. DIFERENCIALES



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

LÁMINA:

IE-01

NOMBRE DEL PROYECTO:
SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA UN ESTACIONAMIENTO SUBTERRÁNEO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE SURCO, LIMA

PLANO:
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

DESEÑADO POR:
Jorge Andrés Uska Quiroz

FECHA:
Marzo 2022

ESCALA:
1:1