

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONOXIDO DE  
CARBONO PARA SOTANOS DE ESTACIONAMIENTO DEL CENTRO  
COMERCIAL GALAXY PLAZA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**QUISPE DIOSES, CARLOS MIGUEL**

**Villa El Salvador**

**2017**

**DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo a mis padres quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios; muchos de mis logros se los debo a ellos ya que han hecho de esto posible gracias a su ayuda.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a los buenos docentes de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, ya que con su dominio en las materias impartidas han despertado en mí persona el ímpetu por la investigación y desarrollo profesional, en especial al Ing. Martin Gonzales Bustamante.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática .....	8
1.2. Justificación del Proyecto.....	9
1.3. Delimitación de la Investigación.....	9
1.3.1. Espacial.....	9
1.3.2. Temporal.....	9
1.4. Formulación del problema .....	10
1.5. Objetivos.....	10
1.5.1. Objetivo General.....	10
1.5.2. Objetivos Específicos.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes Bibliográficos.....	11
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Reglamento Nacional de Edificaciones.....	13
2.2.2. Teorema de Bernoulli.....	27
2.2.3. Mecánica de Fluidos.....	32
2.2.4. Los Ventiladores.....	37
2.2.5. La Ventilación.....	43
2.3. Marco Conceptual.....	47
<b>CAPÍTULO III</b>	
3.1. Sistema de Extracción de Monóxido de Carbono.....	50
3.2. Diseño del sistema de extracción de monóxido de carbono.....	51
3.3. Revisión y consolidación de resultados.....	58
<b>CONCLUSIONES</b> .....	59
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	60
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	61
<b>ANEXO</b> .....	62

## **LISTADO DE FIGURAS**

- Figura N° 01: Esquema del efecto Venturi
- Figura N° 02: Disciplinas del medio continuo
- Figura N° 03: Clasificación general de los fluidos
- Figura N° 04: Caracterización de fluidos
- Figura N° 05: Impulsor-Extractor
- Figura N° 06: Ventilador mural
- Figura N° 07: Ventilador de chorro
- Figura N° 08: Ventilador centrífugo
- Figura N° 09: Ventilador transversal
- Figura N° 10: Ventilador helicocentrífugo
- Figura N° 11: Ventilador de baja presión
- Figura N° 12: Ventilador por accionamiento por transmisión
- Figura N° 13: Ventilación por Sobre Presión
- Figura N° 14: ventilación por Depresión
- Figura N° 15: Ventilación Localizada
- Figura N° 16: Ventilación Mecánica Controlada
- Figura N° 17: Sistema de extracción de CO
- Figura N° 18: Extractor Principal
- Figura N° 19: Calculo de cantidad de Jet fan
- Figura N° 20: Jet fan
- Figura N° 21: Sensor de CO

## **LISTADO DE TABLAS**

Tabla N° 01: Límite de concentración de partículas en el aire.

Tabla N° 02: Tipos de Filtro, eficiencia y aplicación.

Tabla N° 03: Renovaciones para locales de permanencia y de trabajo.

Tabla N° 04: Renovaciones para locales especiales.

Tabla N° 05: Concentraciones máximas admisibles (valores CMA) para gases nocivos en puestos de trabajo.

Tabla N° 06: Periodicidad de las operaciones de mantenimiento de los Sistemas de Ventilación.

Tabla N° 07: Escala de Beaufort

Tabla N° 08: Efectos del aire sobre el cuerpo

## INTRODUCCIÓN

La presente tesina desarrolla un estudio respecto a la extracción de monóxido de carbono de los sótanos de estacionamiento con la finalidad de eliminar en forma adecuada los gases de escape de los vehículos y evitar que se alcancen concentraciones de monóxido de carbono (CO).

El papel fundamental de la extracción de carbono en sótanos es evitar riesgos para la salud de las personas, por lo cual se instalara un sistema de ventilación mecánica, en concordancias con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, proyecto de actualización de la norma técnica E.M. 030 instalaciones de ventilación.

De acuerdo a lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, los sistemas de extracción de monóxido de carbono, deberán tener una capacidad para proporcionar una renovación de aire cada 12 minutos o extraer un caudal de aire no menor de 12 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup>.

El ingreso de aire fresco hacia los sótanos de estacionamiento, se realizará a través de la rampa vehicular, de tal manera que se promueve el ingreso del mismo hasta los sótanos inferiores luego de arrastrar contaminantes de los niveles superiores.

La estructura de este proyecto está constituido por III capítulos. El Primer Capítulo comprende el Planteamiento del Problema, el Segundo Capítulo el Desarrollo del Marco Teórico y el Tercer Capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El monóxido de carbono es considerado uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre. Sus principales fuentes productoras responsables de aproximadamente 80% de las emisiones, son los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diésel y los procesos industriales que utilizan compuestos de carbono. Esta sustancia es bien conocida por su toxicidad para el ser humano. Sus efectos tóxicos agudos incluida la muerte han sido estudiados ampliamente; sin embargo, sus potenciales efectos adversos a largo plazo son poco conocidos. En los últimos años, los estudios de investigación experimentales en animales y epidemiológicos en humanos han evidenciado relación entre población expuesta en forma crónica a niveles medios y bajos de monóxido de carbono en aire respirable y la aparición de efectos adversos en la salud humana especialmente en órganos de alto consumo de oxígeno como cerebro y corazón. Se han documentado efectos nocivos cardiovasculares y neuropsicológicos en presencia de concentraciones de monóxido de carbono en aires inferiores a 25 partes por millón.



Con el pasar de los años va aumentando la cantidad de vehículos automotores los cuales son responsables de la mayor cantidad de emisiones de monóxido de carbono a la atmosfera; tras este continuo incremento de vehículos se hace necesaria la construcción de estacionamientos subterráneos. Sin embargo debido a la ausencia de ventilación, estos ambientes llegan a ser perjudiciales para la salud ya que por sus características el monóxido de carbono es llamado “el asesino silencioso”.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El propósito del proceso de extracción de aire en el estacionamiento cerrado es cumplir con los reglamentos de edificaciones para estacionamientos cerrados, ya que en estos lugares se concentran altos niveles de monóxido de carbono, que provienen de los automóviles, los cuales son perjudiciales para la salud.

## **1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 ESPACIAL**

El proyecto será desarrollado en el centro comercial Galaxy Plaza, que se ubica en el distrito de Chorrillos en la avenida Defensores del Morro, departamento de Lima.

### **1.3.2 TEMPORAL**

La investigación comprende el periodo de diciembre 2016 a febrero de 2017.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo integrar un diseño e instalación de un sistema de extracción de monóxido de carbono para sótanos de estacionamiento en el centro comercial Galaxy plaza, como reductor de contaminantes que dañan la salud del ser humano?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño de un sistema de ventilación mecánica que asegure la calidad del aire dentro del estacionamiento subterráneo de tres niveles de un centro comercial.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar el sistema de extracción de monóxido de carbono que conduzcan el aire contaminado de cada piso del sótano al exterior de la galería.
- Determinar el caudal de aire fresco a ingresar hacia los sótanos de estacionamiento para garantizar un adecuado ambiente que no perjudique la salud.
- Seleccionar y calcular la cantidad de equipos necesarios que posibiliten el adecuado funcionamiento del sistema.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS**

Torres (2014), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles”, para optar el título de Ingeniero Mecánico, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, concluye qué: “Se diseñaron tres sistemas independientes para cada piso del estacionamiento. De esta manera, no es necesario que se extraiga el aire de todo el estacionamiento en caso se supere la concentración permisible en algún lugar del estacionamiento. El sistema de ventilación diseñado garantiza la extracción del aire contaminado del estacionamiento en cada piso cuando la concentración de nivel de monóxido de carbono supere las 25 partes por millón, asegurando la calidad del aire dentro del recinto. El sistema de ductos del estacionamiento se diseñó para conducir el aire contaminado desde los puntos de extracción, al nivel del suelo y distribuidos en cada piso, hacia las bocas de descarga a 2.5 metros sobre el nivel del piso terminado. Los motores y los sistemas de transmisión seleccionados entregan la potencia requerida para el funcionamiento de los ventiladores.”

De lo señalado por el autor de la tesis podemos establecer que el sistema de ventilación diseñado garantiza la extracción del aire contaminado del estacionamiento en cada piso cuando la concentración de nivel de monóxido de carbono supere las 25 partes por millón.

Esparza (2012), en su tesis titulada “Control de extracción de monóxido de carbono en estacionamiento cerrado”, para optar el título de ingeniero en Electromecánica, en la Universidad del Valle de México, concluye que: “En la implementación de este trabajo, obtenemos una buena extracción de CO, lo cual implica aumentar las condiciones de seguridad para los usuarios finales.

El costo del proyecto es relativamente bajo debido a que los dispositivos usados son de uso común, otra ventaja adicional es q la programación en el autómata programable es sencilla, lo cual representa una ventaja ya que la programación puede ser entendible por el operario del equipo y además hacer las modificación pertinentes sin necesidad de llamar al especialista, lo que implicaría en gasto adicional.

Además son de mucha ayuda el autómata programable en la industria ya que se le pueden dar diversas aplicaciones para la automatización de los procesos industriales logrando mejorar el control de calidad, aumentar la seguridad de las personas e incrementar la productividad”.

De lo señalado por el autor de la tesis, refuerza mi propuesta de que es posible aumentar las condiciones de seguridad para las personas.

Marín (2013), en su tesis titulada “Diseño de un sistema de ventilación mediante el uso de CFD”, para optar el título de Ingeniero Mecánico, en la Universidad san

Francisco de Quito, concluye que: “El sistema de ventilación mecánica fue diseñado con las recomendaciones de ASHRAE, que sugiere una renovación de aire de 6 ACH, así como mantener siempre una variación entre la cantidad de aire extraído y la cantidad de aire suministrado por el sistema de inyección, cuya diferencia debe ser cubierta por las rampas exteriores del parqueadero, Una ventaja adicional del diseño planteado es que los ventiladores son de velocidad variable, lo que permite, en conjunto con los detectores de CO, regular los flujos de acuerdo con las necesidades.

El diseño planteado presenta una ventaja en comparación con el sistema de ductos, ya que la estratégica ubicación de Jet fans, descolgados de la losa, deja libre el espacio entre el nivel de piso y la parte inferior de las vigas”

En referencia a la fuente bibliográfica anterior resalto que se tiene que tener la ubicación y distribución adecuada de los Jet fans mediante simulaciones, para que de esta forma se pueda conocer el movimiento del aire en el interior y así evitar posibles concentraciones de CO.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES CODIGO E.M. 030 INSTALACIONES DE VENTILACION**

Una adecuada ventilación natural en una edificación genera un entorno saludable y coadyuva al ahorro energético. Es por eso que en todo diseño deben cubrirse las necesidades de ventilación (primordialmente por medio natural) y solo de ser necesario mediante ventilación mecánica.

Establecer los lineamientos técnicos que se deben considerar para el diseño de la instalación de los equipos de ventilación mecánica en una edificación, a fin de preservar la salud de las personas así como protección de los equipos, bienes, patrimonio histórico, artístico, cultural y del medio ambiente.

La presente norma se aplica obligatoriamente en todo el territorio nacional, en el diseño, construcción, instalación y operación de los sistemas de ventilación mecánica para las edificaciones incluidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- Para los tipos de edificaciones que no estén comprendidas en este campo de aplicación, el Profesional Responsable deberá de sustentar técnicamente su Proyecto.
- Para los efectos de la presente norma se aplicarán las siguientes definiciones:

Hueco practicado en uno de los elementos constructivos que delimitan un ambiente para permitir la transferencia de aire entre este mismo y otro ambiente contiguo o con la atmosfera exterior.

## A. Referencias Normativas

Se toman como referencia para el adecuado uso de este documento a las Normas Técnicas Peruanas. En caso de no existir éstas, se deberán cumplir las normas nacionales, regionales o internacionales.

- Reglamento sobre Valores Límites Permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo, del Ministerio de Salud.
- Código Nacional de Electricidad, del Ministerio de Energía y Minas.
- Reglamento de Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad, del Ministerio de Energía y Minas.
- NTP 350.043. Extintores Portátiles.
- UNE-EN-13779/2007 Ventilación en Edificios No Residenciales.
- Norma ISO 14644-1 Clean rooms and associate controlled environment.

En caso de no existir normas nacionales, regionales o internacionales de temas específicos, se aceptan como normas de buena práctica las de la “American Society of Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers” (ASHRAE), de la “Sheet Metal and Air Conditioner Contractors National Association” (SMACNA) y de la National Fire Protection Association (NFPA), especialmente:

- NFPA 90A: Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems. (Instalación de aire acondicionado y sistemas de ventilación).

- NFPA 90B: Standard for the Installation of Warm Air Heating and Air-Conditioning Systems. (Instalación de calefacción de aire y sistemas de aire acondicionado).
- NFPA 91: Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids. (Sistemas de
- NFPA 96: Standard for Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations.
- NFPA 664: Standard for the Prevention of Fires and Explosions in Wood Processing and Woodworking Facilities. (Prevención de fuego y explosiones en el procesamiento e instalaciones de madera y carpintería).

Así mismo, se aceptan como Guías y Manuales Técnicos de buena práctica, los publicados por la “American Society of Heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers” (ASHRAE) y la “American Conference of Industrial Hygienists” (ACGIH), especialmente el Manual “Industrial Ventilation” del ACGIH.

Como todo documento técnico está sujeto a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellos, que analicen la conveniencia de usar las ediciones vigentes de las normas, manuales y guías citados.

- B. Condiciones mínimas de calidad de aire interior para el diseño de sistemas de ventilación mecánica.



Las edificaciones dispondrán de medios para que sus ambientes se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual, durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

La calidad de aire interior se consigue mediante un adecuado filtrado del aire y una apropiada renovación de aire.

### C. Filtrado de aire

Debe utilizarse la Tabla N° 01 y Tabla N° 02 para obtener los niveles de filtrado adecuados según ambientes.

**Tabla N° 01: Límite de concentración de partículas en el aire**

ISO 14644	0.1µ	0.2µ	0.3µ	0.5µ	1.0µ	5.0µ
CLASE	Partículas por m³					
1	10	2				
2	100	24	10	4		
3	1000	237	102	35	8	
4	10,000	2370	1020	352	83	
5	100,000	23,700	10,000	3520	832	29
6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8320	293
7				352,000	83,200	2930
8				3,520,000	832,000	29,300
9				35,200,000	8,320,000	293,000

Nota.- Los valores mostrados son los límites de concentración de partículas iguales o mayores que el tamaño que se muestra  
 $C_n = 10^N(0.1/D)^{2.08}$  donde  $C_n$  = límite de concentración en partículas/m³,  $N$  = clase de ISO y  $D$  = diámetro de partícula expresado en µm

**Tabla N° 02: Tipos de Filtro, eficiencia y aplicación**

Tipo Filtro	de Eficiencia del Filtro, %, en tamaño de partículas, $\mu\text{m}$	Aplicación del filtro
A	99.97 % en 0.3	Industria, Hospitales, Comidas
B	99.97 % en 0.3	Nuclear
C	99.99 % en 0.3	Flujo Unidireccional (semiconductores, productos farmacéuticos)
D	99.999 % en 0.3	Semiconductores, productos farmacéuticos)
E	99.97% en 0.3	Peligro biológico
F	99.97% en 0.12	Semiconductor

#### D. Renovaciones de aire

Los sistemas de ventilación producen condiciones de estado del aire en los ambientes a los que se aplican. Las renovaciones de aire según tipo de ambiente deben cumplir con los valores determinados en la Tabla N° 03 y Tabla N° 04.

**Tabla N° 03: Renovaciones para locales de permanencia y de trabajo.**

<b>TIPO DE LOCAL</b>	<b>RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)</b>
<b>Baños</b>	
- públicos	10-15
- en fábricas	8-10
- en oficinas	5-8
- en viviendas	3-4
<b>Locales de trabajo</b>	3-8
<b>Salas de Exposiciones</b>	2-3
<b>Bibliotecas, Archivos</b>	4-8
<b>Oficinas</b>	4-8
<b>Duchas</b>	10-15
<b>Guardarropas</b>	4-6
<b>Restaurantes</b>	5-10
<b>Piscinas cubiertas</b>	3-5
<b>Aulas</b>	6-8
<b>Cantinas</b>	6-8
<b>Grandes almacenes</b>	6-10
<b>Cines y teatros</b>	
- con prohibición de fumar	4-6
- sin prohibición de fumar	5-8
<b>Hospitales</b>	
- Salas de reconocimiento y de tratamiento	3-5
- Salas de hospitalización	2-5
- Baños	5-8
- Aseos	8-15
<b>Cocinas</b>	
- Cocinas: h = 2,5 a 3,5 m	15-25
<b>Tiendas</b>	6-8
<b>Escuelas</b>	
- Aulas	4-5
- Pasillos, cajas de escaleras	2-3
- Aseos	5-8
- Gimnasios	2-3
- Piscinas de aprendizaje cubiertas	2-3
- Baños y lavados	5-8
<b>Salas de actos</b>	6-12
<b>Salas de juntas</b>	5-10

**Tabla N° 04: Renovaciones para locales especiales**

<b>TIPO DE LOCAL</b>	<b>RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)</b>
Talleres de decapado	5-15
Tintorerías	10-20
Locales de pintura a pistola	20-50
Garajes:	
- pequeños	10-15
- grandes	5-8
Cocinas:	
- Cocinas de tamaño medio :	
H = 3 a 4 m	20-30
H = 4 a 6 m	15-20
- Cocinas grandes	
H = 3 a 4 m	20-30
H = 4 a 6 m	15-30
Laboratorios	8-15
- Aspiración de digestores	200-400
Salas de medición y de verificación	8-15
Naves de montaje	4-10
Lavanderías	
- Sala de lavado	15-20
- Sala de planchado	10-15
- Sala de calandria o prensado de ropa	10-15
Talleres en general	3-8
Taller de barnizado	10-20

### E. Concentraciones máximas admisibles

Cualquier tipo de ambiente no podrá exceder los valores detallados en la Tabla N° 05.

**Tabla N° 05: Concentraciones máximas admisibles (valores CMA) para gases nocivos en puestos de trabajo**

MATERIA	VALOR CMA		MATERIA	VALOR CMA	
	Partes por millón (ppm)	mg/m <sup>3</sup>		Partes por millón (ppm)	mg/m <sup>3</sup>
Acetaldehído	200	360	Fenol	5	19
Acetona	1000	2400	Flúor	0,1	0,2
Acido Acético	25	65	Fosfatina	0,1	0,15
Acido cianhídrico	10	11	Fosgeno	0,1	0,4
Acido fórmico	5	9	Mercurio	0,000 007	0,1
Alcohol etílico	1000	790 000	Metilcloruro	50	105
Amoniaco	50	35	Nitrobenceno	1	5
Anhídrido Sulfuroso	5	13	Oxido de carbono	50	55
Anilina	5	19	Ozono	0,1	0,2
Arsenamina	0,05	0,2	Plomo	0,000 017	0,2
Benceno	10	32	Seleniuro de hidrógeno	0,05	0,2
Bencina	500	2000	Sulfuro de carbono	20	60
Bromo	0,1	0,7	Sulfuro de hidrógeno	10	15
Butano	1000	2350	Tetracloro-etileno	100	670
Cloro	0,5	1,5	Tetracloruro de carbono	10	65
Cloroformo	50	240	Toluol	200	750
Cloruro de hidrógeno	5	7	Tricloroetileno	100	520
Dióxido de carbono	5000	9000	Xilol	200	870
Dióxido de cloro	0,1	0,3	Yodo	0,1	1
Eter etílico	400	1200			

F. Lineamientos de diseño para sistemas de ventilación mecánica.

- El Profesional Responsable del Proyecto deberá considerar previamente al diseño del sistema de ventilación mecánica, lo indicado respecto a ventilación en las demás normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Los sistemas de ventilación mecánica deberán estar diseñados de tal manera que el aire para ventilación circule por todo el ambiente.
- Cuando se reduzca el suministro de aire mientras el ambiente esté ocupado, se debe disponer un sistema de ventilación mecánica que garantice la adecuada calidad del aire interior.
- Los sistemas de ventilación mecánica deberán estar diseñados para evitar que por el sistema de extracción vuelva a ingresar condensación, congelación, condensación–congelación, agentes contaminantes o microorganismos.
- La separación entre la toma de aire y las salidas de aire deberá ser establecida por el Profesional Responsable del Proyecto, de tal manera que ésta evite la contaminación del aire de inyección.
- Las tomas de aire deben evitar los contaminantes de fuentes como las torres de enfriamiento, ventilaciones sanitarias, escapes de vehículos en garajes de estacionamiento, muelles de carga y tráfico de las calles.

- El sistema de ventilación mecánica debe colocarse sobre una estructura de soporte, de manera estable, utilizando anclajes y elementos anti vibratorios.
- Los empalmes y conexiones deben estar protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.
- Si la velocidad de ingreso del aire exterior, excede de 3.00 m/s, el borde superior de la toma de aire estará como mínimo a 2.40 m. sobre el nivel del piso terminado inmediatamente inferior. En caso no se pudiera realizar las aberturas en la ubicación antes descritas debido a motivos estructurales se podrá ejecutar a partir de la cara inferior de la viga.
- En la instalación de los equipos se deberá tener en cuenta lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, así como por el Reglamento de Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad.

#### G. Requisitos complementarios de sistema de ventilación

- Temperatura del aire interior: Cuando la temperatura exterior sea menor de quince grados centígrados, la temperatura mínima de ingreso, del aire de renovación, a ambientes habitualmente usados por seres humanos, no deberá ser menor a dieciocho grados centígrados, salvo ambientes con requerimientos especiales.

- **Altitud:** Por encima de los quinientos metros de altura sobre el nivel del mar, deberán efectuarse las correcciones para que los caudales a la altitud de diseño, correspondan en peso a los caudales establecidos en este reglamento, basados en aire Standard a 20° C y 760 mm. Hg. con un peso específico de 1.2 Kg. por metro cúbico.

## H. Ductos

### Condiciones generales de diseño

- El sistema de ductos será independiente, sin ninguna conexión con otro sistema de ductos.
- Los ductos se construirán de materiales incombustibles.
- Los ductos serán plenamente estancos, sin más aberturas que las esenciales para el funcionamiento del sistema. Estarán asegurados o soportados por estructuras metálicas, colgadores metálicos, soportes laterales o sus equivalentes.
- Los ductos no deberán atravesar ningún muro cortafuegos, a menos que sea inevitable y en tales casos, deberán proveerse puertas automáticas contra incendio o compuertas de cierre.
- Cada junta de los ductos metálicos redondos se asegurará contra desplazamientos.
- Ningún ducto ni equipo podrá instalarse en cajas de escaleras ni en espacios destinados a otras instalaciones o en donde puedan



entorpecer la evacuación de los ocupantes o la labor de personal de emergencia.

- Los ductos, provenientes de extracción de baños, campanas de cocina y secadores, deberán descargar al exterior de la edificación. El sistema de ductos será independiente sin ninguna conexión con otro sistema.
- Los registros de inspección y limpieza, estarán equipados con puertas deslizantes o batientes, con seguros que se colocaran a los lados de los tramos horizontales para prevenir goteos; su espaciamiento no excederá de seis metros.
- Los ductos deben tener un acabado para su fácil limpieza.
- Debe preverse el paso de los ductos a través de los falsos cielos rasos y otros elementos de partición horizontal de tal forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos.
- Los tramos verticales situados al exterior de las edificaciones, serán soportados adecuadamente en las paredes exteriores.
- En el interior de los edificios irán encerrados en un ducto de mampostería resistente al fuego, según lo establecido en la Norma EM.060 del RNE, que se extienda continuamente a través del techo.
- En la base de cada tramo vertical se proveerá una trampa para residuos, con facilidades para limpieza.
- Los ductos de extracción no deberán atravesar muros cortafuegos. Si los ductos atraviesan particiones de material

combustible, deberán guardar una separación de cuarenta y cinco centímetros; a menos que, la partición se haya aislado para obtener una protección mínima de una hora de resistencia al fuego; en cuyo caso, la separación podrá reducirse a siete y medio centímetros.

#### I. Recomendaciones de mantenimiento y conservación

Se recomienda realizar las operaciones de mantenimiento que se incluyen en la Tabla N° 06.

**Tabla N° 06: Periodicidad de las operaciones de mantenimiento de los Sistemas de Ventilación**

TIPO	OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Aspiradores híbridos mecánicos y extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

## J. Metodología de cálculo

- Caudal de aire de ventilación:

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{Área (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{Velocidad (m/s)}$$

$$\text{m}^2 = \text{metro cuadrado}$$

$$\text{m/s} = \text{metro por segundo}$$

### 2.2.2. TEOREMA DE BERNOULLI

El principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli o Trinomio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido en reposo moviéndose a lo largo de una corriente de agua. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738) y expresa que en un fluido ideal (sin viscosidad ni rozamiento) en régimen de circulación por un conducto cerrado, la energía que posee el fluido permanece constante a lo largo de su recorrido. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

1. Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
2. Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
3. Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

La siguiente ecuación conocida como “Ecuación de Bernoulli” (Trinomio de Bernoulli) consta de estos mismos términos.

$$\frac{V^2 \rho}{2} + P + \rho g z = \textit{constante}$$

Donde:

- V: velocidad del fluido en la sección considerada.
- $\rho$ : densidad del fluido.
- P: presión a lo largo de la línea de corriente.
- g: aceleración gravitatoria.
- z: altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

Para aplicar la ecuación se deben realizar los siguientes supuestos:

- Viscosidad (fricción interna) = 0 Es decir, se considera que la línea de corriente sobre la cual se aplica se encuentra de una zona no viscosa del fluido.
- Caudal constante.
- Flujo incompresible, donde  $\rho$  es constante.
- La ecuación se aplica a lo largo de una línea de corriente o en un flujo rotacional.

Aunque el nombre de la ecuación se debe a Bernoulli, la forma arriba expuesta fue presentado en primer lugar por Leonhard Euler.

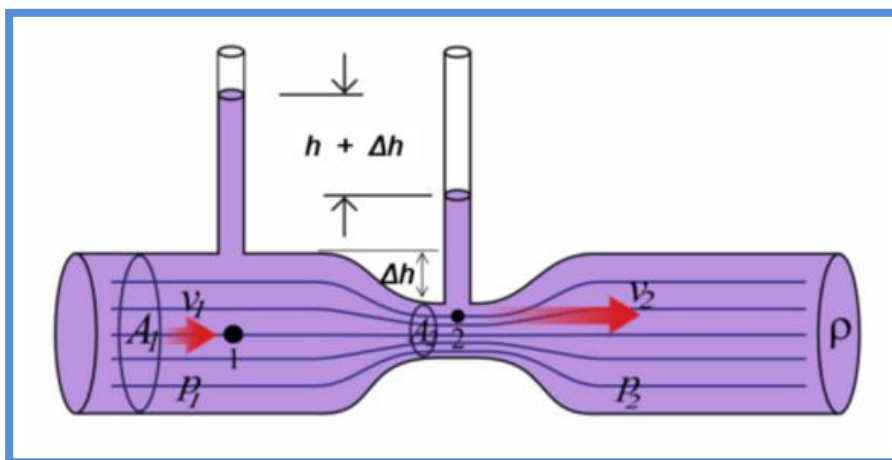
Un ejemplo de aplicación del principio lo encontramos en el flujo de agua en tubería.

Cada uno de los términos de esta actuación tiene unidades de longitud, y a la vez presentan formas distintas de energía; en hidráulica es común expresar la energía en términos de longitud, y se habla de **altura** o **cabezal**, esta última traducción del inglés **head**. Así en la ecuación de Bernoulli los términos suelen llamarse alturas o cabezales de velocidad, de presión y cabezal hidráulico, del inglés **hydraulic head**; el termino  $z$  se suele agrupar con  $P/\gamma$  (donde  $\gamma = \rho g$ ) para dar lugar a la llamada **altura piezométrica** o también **carga piezométrica**.

$$\underbrace{\frac{\widehat{V^2}}{2g}}_{\text{cabezal de velocidad}} + \underbrace{\frac{P}{\gamma} + z}_{\text{altura o carga piezométrica}} = \underbrace{\widehat{H}}_{\text{Cabezal o Altura hidráulica}}$$

También podemos reescribir este principio en forma de suma de presiones multiplicando toda la ecuación por  $\gamma$ , de esta forma el termino relativo a la velocidad se llamará presión dinámica, los terminos de presión y altura se agrupan en la presión estática.

**Figura N° 1: Esquema del efecto Venturi**



$$\underbrace{\frac{\rho V^2}{2}}_{\text{presión dinámica}} + \underbrace{P + \gamma z}_{\text{presión estática}} = \text{constante}$$

o escrita de otra manera más sencilla:

$$q + p = p_0$$

donde:

$$q = \frac{\rho V^2}{2}$$

$$p = P + \gamma z$$

$p_0$  es una constante.

### Aplicación del principio del Bernoulli

- **Chimenea**

Las chimeneas son altas para aprovechar que la velocidad del viento es más constante y elevada a mayores alturas. Cuando más rápidamente sopla el viento sobre la boca de una chimenea, más baja es la presión.

- **Tubería**

La ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad también nos dicen que si reducimos el área transversal de una tubería para que aumente la velocidad del fluido que pasa por ella, se reducirá la presión. Es la diferencia de presión entre la

base y la boca de la chimenea, en consecuencia, los gases de combustión se extraen mejor.

- **Natación**

La aplicación dentro de este deporte se ve reflejado directamente cuando las manos del nadador corran el agua generando una menor presión y mayor propulsión.

- **Dispositivos de Venturi**

En oxígeno terapia la mayor parte de sistemas de suministro de débito alto utilizan dispositivos de tipo Venturi, el cual está basado en el principio de Bernoulli.

- **Aviación**

Los aviones tienen el extradós (parte superior del ala o plano) más curvado que el intradós (parte inferior del ala o plano). Esto causa que la masa superior de aire, al aumentar su velocidad, disminuya su presión, creando así una succión que ayuda a sustentar la aeronave.

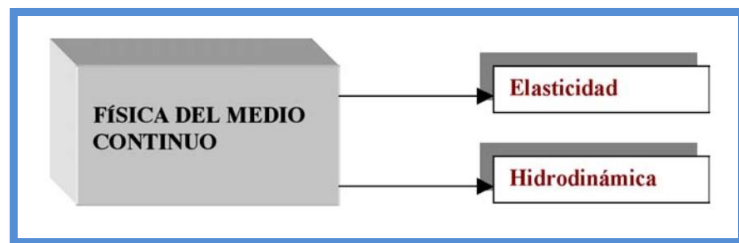
## 2.2.3. MECÁNICA DE FLUIDOS

### 2.2.3.1 Fluidos Newtonianos y No Newtonianos

#### A. Definición

El estudio de la física del medio continuo está basado principalmente en dos teorías: la elasticidad que es la propiedad que tienen los cuerpos de cambiar de forma cuando se ejerce sobre ellos una fuerza deformada, y de recuperar su forma original, cuando la fuerza deformada deja de actuar, esta teoría se aplica principalmente a los cuerpos sólidos. La hidrodinámica que estudia a los fluidos (líquidos y gases) en movimiento. No obstante, ambas no son más que la extensión natural de las leyes de newton al medio continuo

**Figura N° 2: Disciplinas del medio continuo**



#### B. Introducción

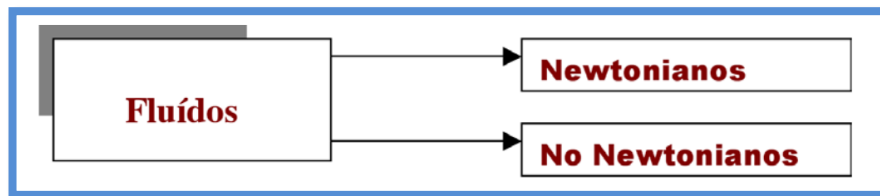
Un fluido es cualquier sustancia que no puede mantener una deformación. Es decir, aquella materia que ofrece pequeña o nula resistencia a las fuerzas tangenciales, o cortantes, que se aplican. Esta descripción tiene que ver con la forma en que un material responde a las fuerzas externas, y se aplica tanto a líquidos como a gases. La



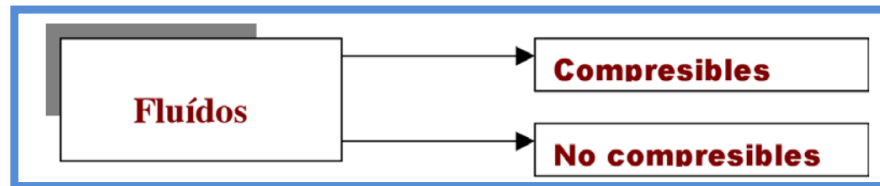
capacidad de fluir hace que el fluido sea incapaz de soportar un esfuerzo cortante (voltear un vaso conteniendo agua, etc.) en términos muy generales, a las sustancias que presentan una resistencia muy pequeña, o nula, a ser formados se les conoce como fluidos newtoneanos, en tanto que, a las sustancias que presentan mayor resistencia se les llaman fluidos no newtoneanos.

Como un fluido es completamente deformable, toma la forma del recipiente que lo contiene. El recipiente ejerce una fuerza sobre el fluido, que es normal a la superficie, ya que cualquier componente tangencial ejercería una fuerza cortante sobre él y éste respondería deformándose hasta que desapareciera dicha fuerza.

**Figura N° 3: Clasificación general de los fluidos**



**Figura N° 4: Caracterización de fluidos**



### 2.2.3.2 Movimiento del Aire (la velocidad)

El aire, como envoltura gaseosa de la Tierra no es una masa de gases en reposo sino que constituye una delgada capa fluida y turbulenta removiéndose con intensidad variable debida a grandes contrastes térmicos. Al desplazamiento masivo de grandes porciones de aire con una cierta velocidad y dirección común se le llama **Viento**.

A las desordenadas y continuas alteraciones en la posición relativa y en la velocidad de masas parciales del aire que se desplaza se le llama **Turbulencia**.

A la ausencia práctica de viento cerca del suelo o de la superficie del mar se le llama **Calma**. Es poco frecuente que esta quietud se observe a todas las alturas sobre un mismo lugar y podemos considerarla inexistente si alcanzamos varios miles de metros.

- **Escala de Beaufort**

La fuerza del viento viene determinada por la velocidad del mismo. La escala de Beaufort ordena los vientos según su fuerza que, traducido en velocidades, aparecen con los valores de la Tabla 7, medidos a 10m de altura y en campo abierto.

- **Efecto sobre el cuerpo humano**

Aunque la escala de Beaufort no estima como movimiento del aire hasta que alcanza la velocidad de 1,5m/s, lo cierto es que desplazamientos de aire a velocidades inferiores como por

ejemplo 0,5m/s. De ahí para arriba se percibe perfectamente un movimiento del aire.

**Tabla 7: Escala de Beaufort**

Escala de Beaufort	Nombre de Viento	Velocidad	
		m/s	km/hora
0	Calma	0'5	2
1	Aire ligero	1'5	5
2	Brisa ligera	3	11
3	Brisa suave	6	22
4	Brisa moderada	8	30
5	Brisa fresca	11	40
6	Brisa fuerte	14	50
7	Viento moderado	17	60
8	Viento fresco	21	75
9	Viento fuerte	24	87
10	Gran viento	28	100
11	Tempestad	32	115
12	Huracán	36 ó más	130 ó más

Si al efectuar la renovación de aire de un local se utiliza como aire aportación uno que tenga unas características térmicas y de humedad parecidas a la existente dentro del local, raramente es perfectible el movimiento del aire ya que una renovación, por activa que sea, suele revocar unas velocidades de aire por debajo de lo que hemos calificado como aire en calma.

Ahora bien, es perfectamente conocido el fenómeno de que un movimiento de aire sobre la piel desnuda de las personas provoca una sensación de frescor, pese a que el aire tenga la misma temperatura de cuando estaba en calma. Difícilmente la velocidad del aire de renovación de un local puede producir esa sensación de frescor y de ahí que se justifica la existencia de los ventiladores que son aparatos destinados a provocar

movimientos de aire utilizando el aire existente dentro de los locales y por tanto independientemente del aire de aporte para una renovación del ambiente.

En un local con personas normalmente vestidas, en reposo u ocupadas en una actividad ligera y con una temperatura entre 20 y 24°C, un movimiento de aire a una velocidad comprendida de 0,5 a 1m/s les proporciona una sensación de frescor confortable, pero si se trata de persona dedicadas a una actividad dura, con gran esfuerzo muscular, esta sensación de alivio no se producirá hasta que alcance una velocidad de aire, sobre las personas de 1,3 a 2,5m/s. sobrepasar esta velocidad provoca más bien una sensación molesta que de alivio y por tanto debe evitarse.

Entre estos extremos indicados puede existir una escala de sensaciones diversas. Ahora bien, debemos tener siempre en cuenta la influencia decisiva de la temperatura del aire, que debe ser inferior a la del cuerpo y también que el grado de humedad sea suficiente bajo para permitir la evaporación del sudor humano.

Después de numerosos ensayos con un gran número de personas que se prestaron a ello, ha podido llegar a establecerse una escala, como la de la Tabla 8, debiendo tener en cuenta que para las velocidades de aire bajas se ha considerado personas normalmente vestidas y temperaturas de alrededor de los 20°, y para velocidades de aire elevadas se ha

utilizado hombres con el torso desnudo dedicados a un trabajo intenso y temperaturas elevadas.

**Tabla 8: Efectos del aire sobre el cuerpo**

<b>EFFECTO DEL AIRE SOBRE EL CUERPO</b>	
<b>Velocidad del aire sobre personas</b>	<b>Sensación de que la temperatura ambiente se ha rebajado en:</b>
0,1 m/seg	0 °C
0,3 »	1 °C
0,7 »	2 °C
1 »	3 °C
1,6 »	4 °C
2,2 »	5 °C
3 »	6 °C
4,5 »	7 °C
6,5 »	8 °C

#### **2.2.4. LOS VENTILADORES**

Un ventilador es una maquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Podemos definirlo como una turbo máquina que transmite energía para generar la presión necesaria con la que mantener un flujo continuo de aire.

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

Un ventilador consta en esencia de un motor de accionamiento, generalmente eléctrico, con los dispositivos de control propios de los mismos: arranque, regulación de velocidad, conmutación de velocidad, conmutación de polaridad, etc. Y un propulsor giratorio en contacto con el aire, al que transmite energía.

Este propulsor adopta la forma de rodete con alabes, en el caso del tipo centrífugo, o de una hélice con palas de silueta y en número diverso, en el caso de los axiales.

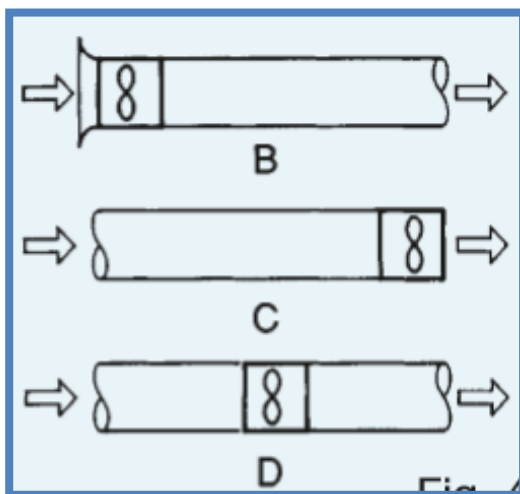
El conjunto, o por lo menos el rodete o la hélice, van envueltos por una caja con paredes de cierre en forma de espiral para los centrífugos y por un marco plano o una envoltura tubular en los axiales.

#### 2.2.4.1 CLASIFICACION DE LOS VENTILADORES

Los ventiladores han venido clasificándose de muy diferentes maneras y no es extraño que un mismo aparato puede aceptar dos, tres o más denominaciones. Es bastante común adoptar la designación atendiendo a alguna de sus características adaptadas al caso que se está tratando.

##### A) Atendiendo a su **FUNCION**

- Ventilador con envolvente, que suele ser tubular. A su vez puede ser:



**Impulsores:** entrada libre, salida entubada.

**Extractores:** entrada entubada. Descarga libre.

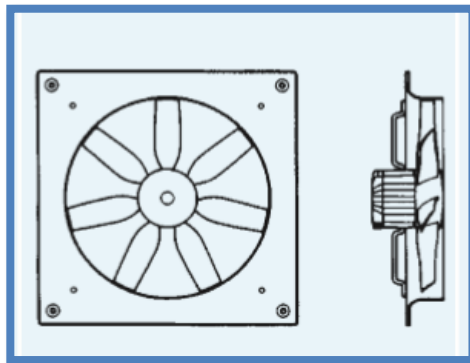
**Impulsores-Extractores:** entrada y salida entubadas Fig. 5

**Figura 5: Impulsor-Extractor**

- **Ventiladores Murales**

Conocidos también como simplemente Extractores, tienen la función de trasladar aire entre dos espacios separados por un muro o pared, Fig.6.

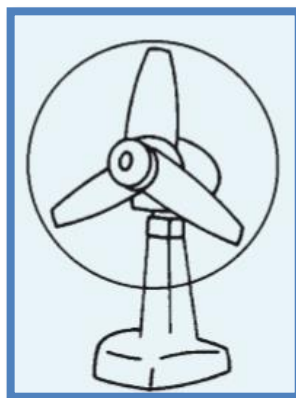
**Figura 6: Ventilador mural**



- **Ventiladores de chorro**

Aparatos usados para proyectar una corriente de aire incidendo sobre personas o cosas Fig. 7.

**Figura 7: Ventilador de chorro**



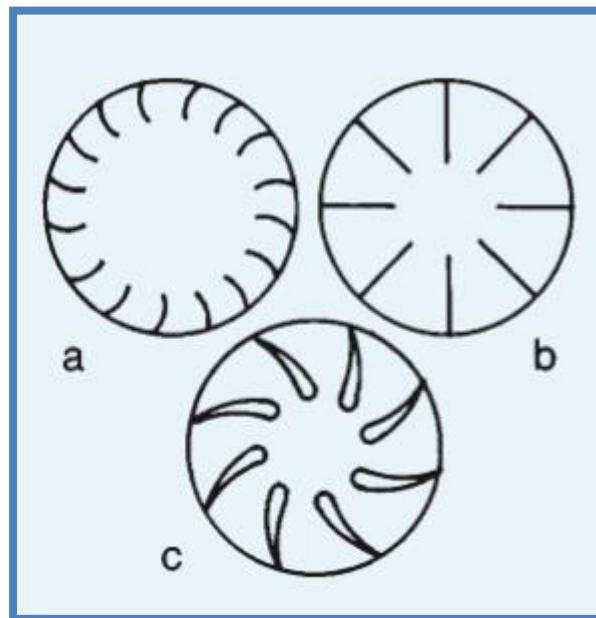
B) Atendiendo a la trayectoria de aire.

- **Ventiladores centrífugos**

En estos aparatos la trayectoria del aire sigue una dirección axial a la entrada y paralela a un plano radial a la salida. Entrada y salida están en ángulo recto.

El rodete de estos aparatos está compuesto de álabes que pueden ser hacia ADELANTE (Fig.8a), RADIALES (8b) o ATRÁS (8c).

**Figura 8: Ventilador centrífugo**



- **Ventiladores Axiales**

La entrada de aire al aparato y su salida siguen una trayectoria según superficies cilíndricas coaxiales.

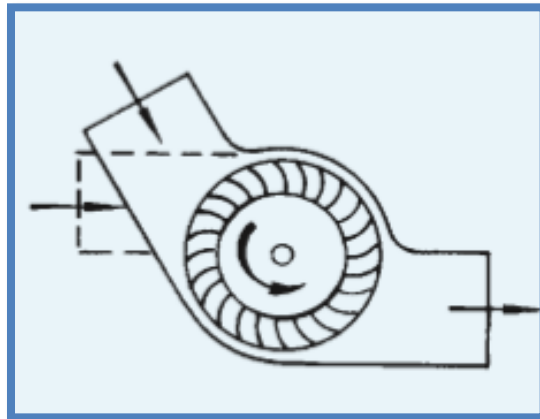
Los ventiladores descritos como Ventiladores con Envolvente, ventiladores murales y ventiladores de chorro también pueden ser axiales.



- **Ventiladores Transversales**

La trayectoria del aire en el rodete de estos ventiladores es normal al eje tanto a la entrada como a la salida, cruzando el cuerpo del mismo (Fig. 9).

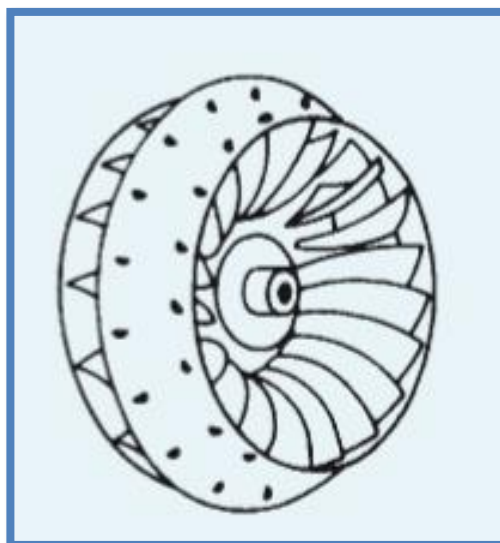
**Figura 9: Ventilador Transversal**



- **Ventiladores Helicocentrífugos**

Son aparatos intermedios a los Ventiladores Centrífugos y Ventiladores Axiales: el aire entra como en los axiales y sale igual que en los centrífugos. (Fig 10).

**Figura 10: Ventilador Helicocentrífugo**

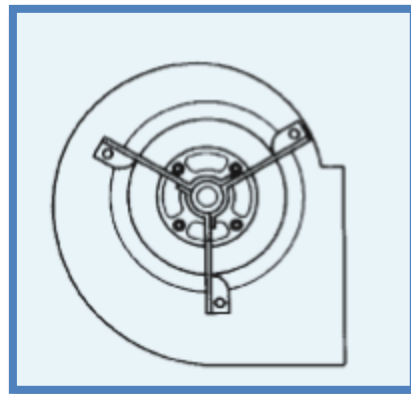


C) Atendiendo a la presión

- **Ventiladores de Baja Presión**

Se llama así a los que no alcanzan los 70 Pascales. Suelen ser centrífugos y por auto masía se designan así los utilizados en climatizadores. (Fig. 11).

**Figura 11: Ventilador de Baja Presión**



- **Media presión**

Si la presión está entre los 70 y 3000 Pascales. Pueden ser centrífugos o axiales.

- **Alta presión**

Cuando la presión está por encima de los 3000 Pascales. Suelen ser centrífugos con rodetes estrechos y de gran diámetro.

D) Atendiendo al sistema de accionamiento

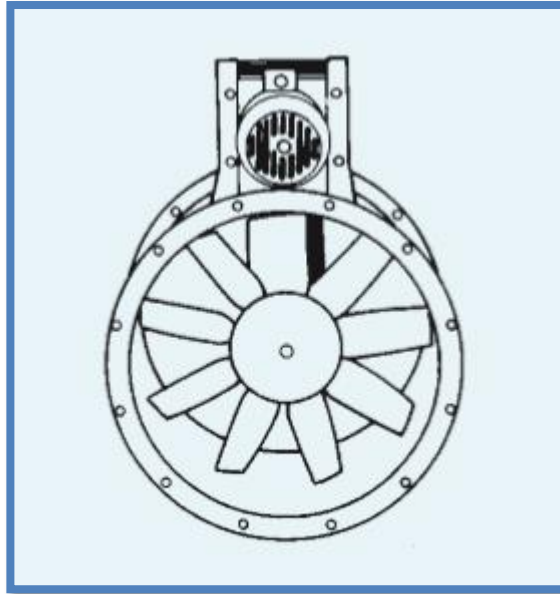
- **Accionamiento Directo**

Cuando el motor eléctrico tiene el eje común, o por prolongación, con el del rodete o hélice del ventilador.

- **Accionamiento por Transmisión**

Como es el caso de transmisión por correas y poleas para separar el motor de la corriente del aire (por caliente, explosivo, etc.) Fig. 12

**Figura 12: Ventilación por Transmisión**



### **2.2.5. LA VENTILACION**

La ventilación se puede definir como aquella técnica que permite sustituir el aire en el interior de un ambiente, debido a su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro aire exterior de mejores características. Es útil para controlar el calor, toxicidad y potencial explosividad de un ambiente. Su objetivo principal es mantener la calidad y el movimiento del aire en condiciones convenientes para la protección de la salud de los ocupantes.

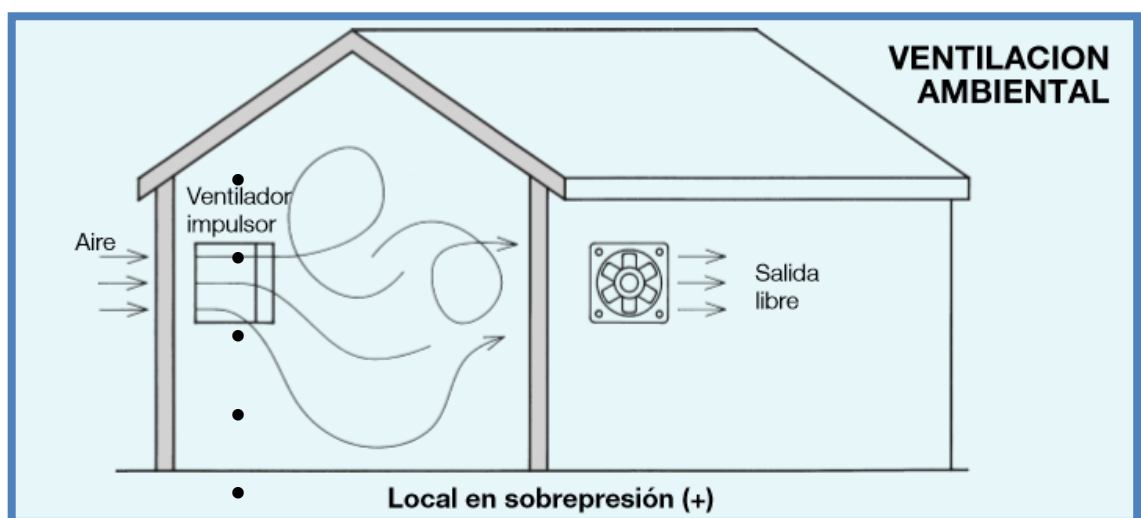
El sistema de ventilación de un estacionamiento tiene como objetivo, en primer lugar, garantizar que no se acumule monóxido de carbono en concentraciones peligrosas en ningún punto del local. Asimismo, la ventilación es necesaria debido a la presencia de vapores que desprende la gasolina, pues estos representan potenciales riesgos de incendio.

Tipos de ventilación:

- **Ventilación por sobrepresión**

Que se obtiene insuflando aire a un local, poniéndole en sobrepresión interior respecto a la presión atmosférica. El aire fluye entonces hacia el exterior por las aberturas dispuestas para ello. (Fig. 13). A su paso el aire barre los contaminantes interiores y deja el local lleno del aire puro exterior.

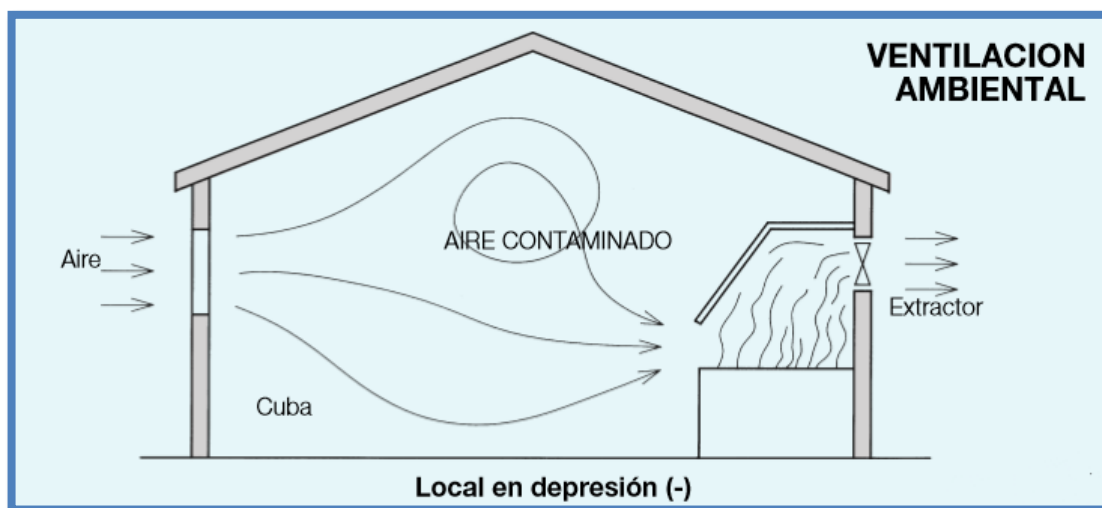
**Figura 13: Ventilación por sobrepresión**



- **La ventilación por Depresión**

Se logra colocando el ventilador extrayendo el aire del local, lo que provoca que este quede en depresión respecto de la presión atmosférica. El aire penetra desde afuera por la abertura adecuada, efectuando una ventilación de iguales efectos que la anterior. (Fig. 14)

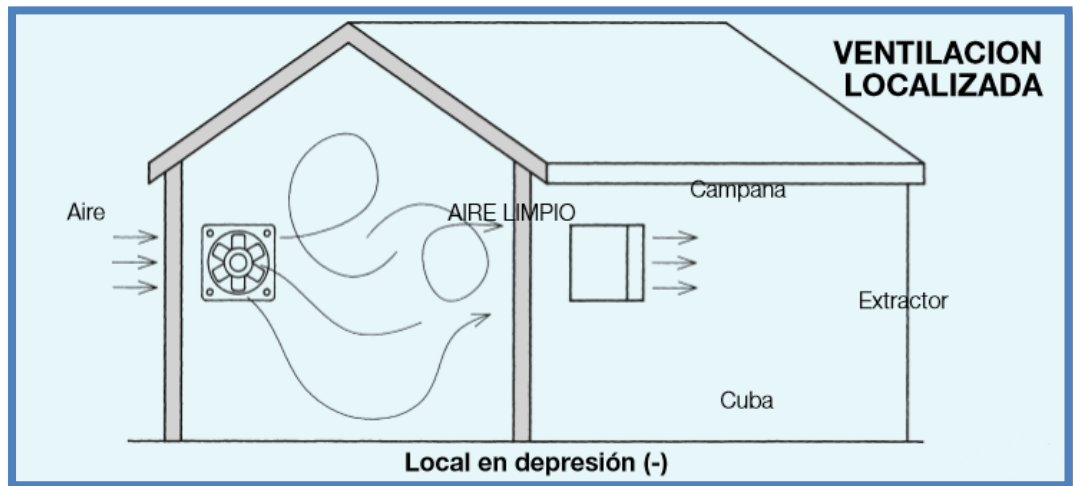
**Figura 14: Ventilación por Depresión**



- **Ventilación Localizada**

En esta forma de ventilación el aire contaminado es captado en el mismo lugar que se produce evitando su difusión por todo el local. Se logra a base de una campana que abrace lo más estrechamente posible el foco de polución y que conduzca directamente al exterior el aire captado

**Figura 15: Ventilación Localizada**

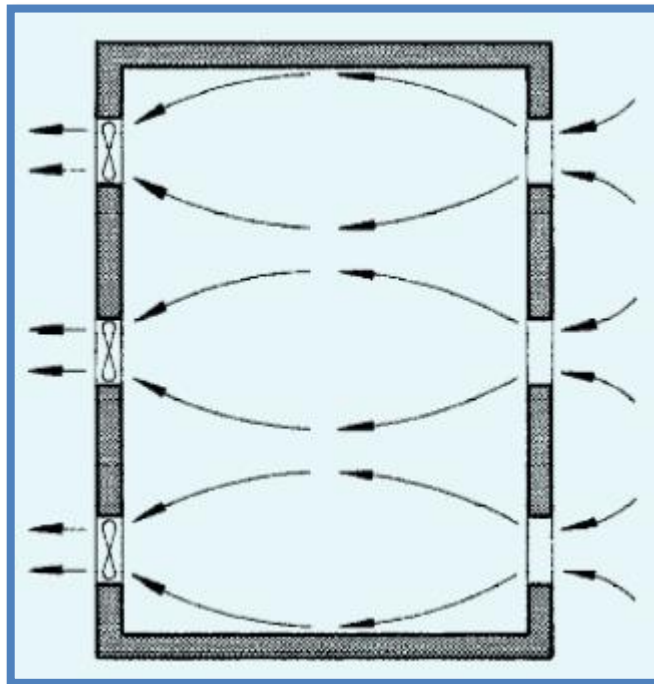


- **Ventilación Mecánica Controlada**

Es un sistema que se utiliza para controlar el ambiente de determinado local, edificio e incluso de estacionamientos subterráneos.

**Situación del extractor,** los diversos edificios reales con la gran variedad de construcciones que existen, dificulta que se den normas fijas respecto a la disposición de los sistemas de ventilación. (Fig. 16).

**Figura 16: Ventilación Mecánica Controlada**



### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

- Caudal: En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.
- Jet fan: Dentro de un estacionamiento, los Jet Fans inducen el movimiento del aire hasta el último punto de extracción para asegurar una buena ventilación en todas las áreas. Estos ventiladores tiene la función de distribuir y controlar el aire alrededor de todo el recinto.

- **Flujo mixto:** Un ventilador es una turbo máquina que se caracteriza porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible) al que transfiere una potencia con un determinado rendimiento.

A pesar de que no existe convenio alguno universalmente adoptado; los ventiladores pueden subdividirse en cuatro grupos:

- ventiladores de baja presión: hasta una presión del orden 200 Mm. c agua (ventiladores propiamente dichos).
- ventiladores de media presión: entre 200 y 800 Mm. c agua (soplantes)
- ventiladores de alta presión: entre 800 y 2500 Mm. c agua (turbo axiales)
- ventiladores de muy alta presión , mayor a 2500 Mm. c agua (turbocompresores)

- **Monóxido de carbono (CO):** El monóxido de carbono (CO) es un gas invisible, inodoro, incoloro, insípido, inflamable y altamente tóxico, que se desprende cuando se queman materiales combustibles de forma incompleta o con poco aporte de oxígeno. Este gas procede de materiales como madera, carbón de leña, carbón mineral, tabaco, gas natural, gasoil, queroseno, gasolina, butano y propano. Sus características le hacen muy difícil de detectar con los sentidos del cuerpo humano, siendo los primeros síntomas de advertencia y más frecuentes que indican la presencia de CO en el aire, suelen ser dolores de cabeza, mareos, náuseas, vómitos y debilidad muscular. El peligro radica en que si una persona no advierte que lo está inhalando, entrará en un estado de somnolencia hasta quedarse dormida y su posterior muerte. Este gas puede incluso causar el fallecimiento de un ser vivo cuando se respira incluso en cantidades moderadas, por envenenamiento en pocos minutos, porque sustituye al oxígeno en la hemoglobina de la sangre. Es decir, bloquea la capacidad de la



sangre para transportar oxígeno y da lugar a una grave lesión del pulmón y el cerebro, llegando incluso a causar la muerte.

- Sensor de CO: Sirve para detectar la presencia de monóxido de carbono, que por ser invisible e inodoro, puede causar intoxicación o incluso envenenamiento fatal antes de percibirse su presencia.
- Caudal de aire: Volumen de aire que en condiciones normales se aporta a un ambiente en una determinada unidad de tiempo.
- Partes por Millón (p.p.m): Se refiere a la cantidad de unidades que hay de una determinada sustancia por cada millón de unidades del conjunto.
- Renovación de aire: Sustitución del volumen de aire contenido en un ambiente por otro volumen equivalente pero de aire limpio en un periodo de tiempo determinado.
- Extractor Ventilador que sirve para extraer de forma localizada los contaminantes.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

#### **3.1 SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO**

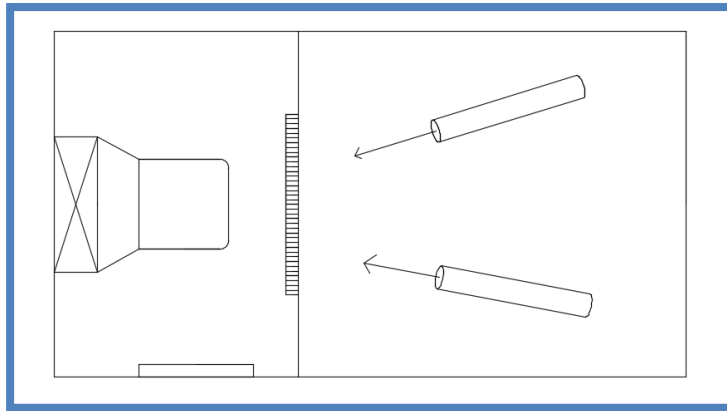
##### 3.1.1 Componentes y equipos

- Extractor central
- Sensores de monóxido de carbono (CO)
- Ventiladores tubo axiales JET FAN
- Tablero eléctrico

##### 3.1.2 Instalación y materiales

- Rejillas/difusores
- Dámper
- Ducteria galvanizada
- Mangas de lona

**Figura N° 17: Sistema de extracción de CO**



### 3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO

#### 3.2.1 Diseño del extractor principal

Para el dimensionamiento de caudal del extractor principal se hace los siguientes cálculos:

$$Q_{S1} + Q_{S2} + Q_{S3} = Q_{EXTRACTOR}$$

Dónde:

factor de conversión a *cfm*

$$Q_{S1} = Area_{S1} * 5 \frac{\text{renovaciones}}{h} ; \quad 1 \frac{m^3}{h} = 1.7cfm$$

$$Q_{S2} = Area_{S2} * 5 \frac{\text{renovaciones}}{h}$$

$$Q_{S3} = Area_{S3} * 5 \frac{\text{renovaciones}}{h}$$

$$Caida\ de\ presión = 2,5''$$

Calculo del motor requerido:

La fórmula para calcular la potencia del motor (BHP) es:

$$BHP = \frac{CFM \times PIW}{6344 \times Eficiencia \text{ del ventilador}}$$

Donde:

*CFM*: Caudal de aire total a extraer.

*PIW*: Perdida de presión

Reemplazando valores obtenidos anteriormente:

$$BHP = \frac{60000 \times 2.5}{6344 \times 0.6}$$

$$BHP = 39.40$$

La potencia requerida para mover el caudal de aire de todos los sótanos es 39.40 HP. Por lo tanto, seleccionamos el motor que más se aproxima a dicho valor, y el motor es de 40 HP.

**Figura N° 18: Extractor principal**



Para la extracción de monóxido de carbono, se ha seleccionado un extractor de flujo mixto de transmisión por polea y faja, con capacidad de 60000 CFM para operar a 300°C durante 2 horas, ubicado en un cuarto previsto para este equipo, ubicado en el tercer sótano. Este extractor se encargará de llevar el monóxido de carbono hacia el exterior del edificio.

La extracción del monóxido de carbono de cada nivel se realizará a través de rejillas con las dimensiones 240cmx160cm instaladas sobre un ducto de mampostería vertical y 2 rejillas con dámper regulable instaladas en la puerta del cuarto de extracción con las dimensiones 171cmx91cm. El aire captado a través de cada rejilla en cada nivel de sótano, será tomado por el extractor de flujo mixto.

Asimismo, el extractor de flujo mixto se encuentra conectado a un ducto de mampostería por donde se realiza la descarga hacia el exterior.

### 3.2.2 Diseño de los Jet fan

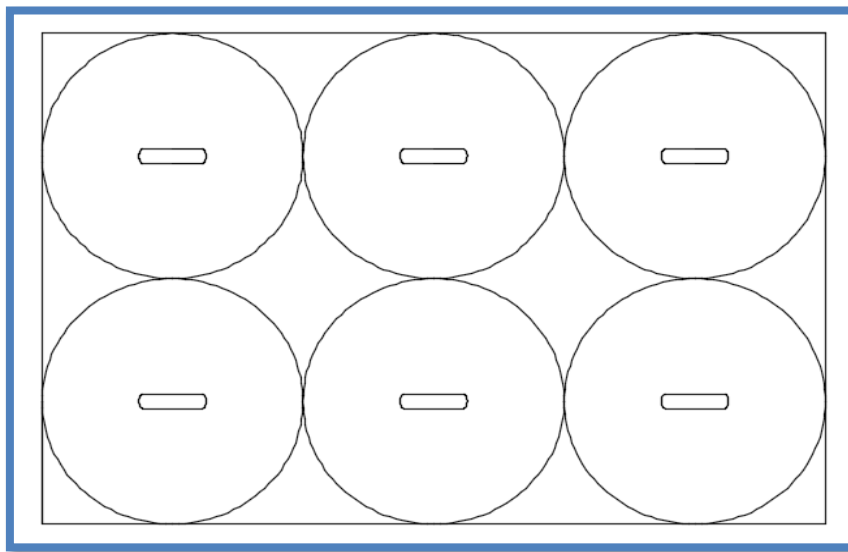
- Primero se hace una distribución con el lado de protección de 8m de cada JET FAN tubular
- Cuando todo el área está protegida se tiene la cantidad de equipos y se dimensiona el caudal.

$$\sum \text{caudal de los Jet fan} = Q_s$$

$$\frac{Q_s}{\text{cantidad de Jet fan}} = Q_{\text{cada Jet fan}}$$

Los parámetros eléctricos son dados por el distribuidor según el caudal y la caída de presión dada.

**Figura N° 19: Calculo de cantidad de Jet fan**



**Figura N° 20: Jet fan**



Con el fin de lograr un adecuado barrido de contaminantes, se instalaron 15 ventiladores tubo-axiales “Jet-Fan” con la marca de SYSTEM AIR y se hizo un cambio de motor de 0.5 HP por uno de mayor potencia de 1.5 HP marca WEG 220V – 3ph – 60Hz – 6.4A – 3345 RPM con capacidad de 6100 CFM, ubicados en los lugares indicados en los planos. Estos permitirán direccionar el aire que ingrese a través de las rampas, hacia las rejillas de extracción de aire.

### **3.2.3 Diseño de los sensores de CO**

Se diseñara sensores de CO con la sensibilidad de 50 *ppm* que es lo indicado por el código nacional de edificaciones.

Se aplica el protocolo de comunicación Modbus, el cual su topología para su funcionamiento será en serie ya que no admite otras.

**Figura N° 21: Sensor de monóxido de carbono**



El proyecto contempla, 31 sensores de monóxido de carbono controlados por un Modbus temporizado a 5 minutos, los cuales enviarán una señal de arranque al extractor de flujo mixto y los “jet-fan” en caso de detectarse una concentración de monóxido de carbono igual o mayor a 50 ppm encendiendo el sistema durante 5 minutos, si una vez transcurrido el tiempo los sensores de monóxido de carbono siguen enviando una señal de 50 ppm o más seguirá encendido el sistema durante otros 5 minutos hasta eliminar la concentración de monóxido de carbono.

Cada sótano estará diseñado para un funcionamiento independiente, donde el sótano 3 cuenta con 7 sensores de monóxido configurados del 1 al 7, el sótano 2 cuenta con 12 sensores de monóxido configurado del 8 al 19 y el sótano 1 cuenta con 12 sensores de monóxido configurado del 20 al 31, basta que un sensor detecte una concentración de 50 ppm o más para encender el sistema del sótano donde se ubique.

El sistema de extracción de monóxido contara con un tablero de fuerza y un tablero de control.



### 3.2.4 Diseño de tablero

La lógica es la siguiente:

- Cuando el sensor detecta más de  $50ppm$  manda la señal al tablero y activa el extractor principal y los Jet fan del piso en el que se encuentra
- Pueden mandar la señal más de un sensor a la vez y llegar a prenderse de dos pisos e incluso de los 3 pisos a la vez
- Esta temporizado a  $5min$  de funcionamiento una vez mandada la señal, en caso de seguir captando CO está temporizado a seguir  $5min$  más.
- Cada contactor me controla 3 Jet fan
  - 1 para sótano 3, 3 Jet fan
  - 2 para sótano 2, 6 Jet fan
  - 2 para sótano 1, 6 Jet fan
- Tendrá una llave exclusiva para alimentar al extractor principal y una llave exclusiva para los 15 Jet fan (5 contactores y 15 relé de protección para cada Jet fan)

### **3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACION DE RESULTADOS**

#### 3.3.1. Protocolo de prueba del extractor principal

Se mide con un anemómetro los caudales de todas las rejillas y que sumen igual al caudal del diseño del extractor principal.

#### 3.3.2. Protocolo de prueba jet fan

Se mide con un anemómetro los caudales de todas las rejillas y que sumen igual al caudal del diseño del extractor principal.

#### 3.3.3. Protocolo de prueba del sensor

Si el sensor manda la señal (prender) al sistema.

## CONCLUSIONES

- El sistema diseñado garantiza la extracción del aire contaminado de monóxido de carbono del estacionamiento en cada piso del sótano cuando la concentración de nivel de monóxido de carbono supere las 50ppm.
- Se tiene el caudal de aire necesario para mantener la concentración de monóxido de carbono por debajo del nivel permisible.
- Los ventiladores seleccionados cumplen los requerimientos de caudal para extraer el aire desde cada sótano al exterior del estacionamiento.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda usar equipos calibrados con certificación.
- De preferencia utilizar equipos analógicos para tener una mayor precisión, ya que tienen menor margen de error.
- Trabajar con un plan de trabajo y distribuir trabajos con las demás especialidades en obra como la electricidad para así poder evitar atrasos e interferencias en obra.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **TORRES MELGAREJO**, Mario André. Tesis: “Diseño de un sistema de ventilación para estacionamiento subterráneo de tres niveles”. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2014.
2. **ESPARZA DIAZ**, Jorge Uriel. Tesis: “Control de extracción de monóxido de carbono en estacionamiento cerrado”. Universidad del Valle de México. 2012.
3. **MARÍN TOVAR**, Carlos Alberto. Tesis: “Diseño de un sistema de ventilación mediante el uso de CFD”. Ecuador. Universidad san Francisco de Quito. 2013.
4. **FERNANDEZ DIAS**, Pedro. Tesis: “Extracciones y sangrías de vapor”  
Mexico. 2015.
5. **SALVADOR ESCODA**, manual práctico de Ventilación 2da Edición.
6. Hojas técnicas de clasificación de ventiladores **SOLER & PALAU**.
7. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe.

## **ANEXO**

**TABLA N° 7: Protocolo de Entrega**  
**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b> C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>	
<b>Dirección:</b> Av. Defensores del Morro 1675 (Ex. Huaylas) - Chorrillos	

<b>NIVEL:</b>
<b>SÓTANO 3</b>

VERIFICACIONES			
FLUJO MIXTO			
Marca:	GREENHECK	Amperaje Nominal	46 A
Modelo o tipo:	QEI-49-I-400	Velocidad Nominal:	1725 RPM
Potencia Nominal:	40 HP	Factor de Potencia:	1
Voltaje Nominal:	230 V	Numero de Fases:	3

CAMPOS	SI	NO	OBS
Todas las conexiones eléctricas, incluyendo el control y fuerza están terminada.	X		
Equipamiento y medidores están calibrados.	X		
El motor del flujo mixto opera sin generar excesivo ruido, vibración o calor.	X		
El flujo mixto arrancó y alcanzó la velocidad de su caudal sin ninguna interrupción en su funcionamiento.	X		

INSTRUMENTOS DE MEDICION
Anemómetro
Voltímetro
Amperímetro

DATOS DE LOS EQUIPOS (SÓTANO 3)															
Equipo N°	Velocidad (10xft/min)										Área (ft <sup>2</sup> )	Caudal (CFM)			
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>PROM</sub>					
Rejilla Sot. 1 Lado A	30	28	29	51	50	45	59	58	53	44.9	39.78	17901			
Rejilla Sot. 1 Lado B	28	31	44	45	47	48	54	60	65						
Rejilla Sot. 2 Lado A	46	46	36	105	83	75	71	84	121	84.9	39.36	33412.7			
Rejilla Sot. 2 Lado B	41	46	46	100	116	100	140	130	137						
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>11</sub>	V <sub>12</sub>	V <sub>P</sub>		
Rejilla 1 de Puerta Cuarto Extrac.	28	42	26	50	56	55	35	52	45	69	72	67	49.75	16.74	8328.2
Rejilla 2 de Puerta Cuarto Extrac.	36	41	37	42	52	50	36	36	31	50	70	66	45.58	16.74	7630.1

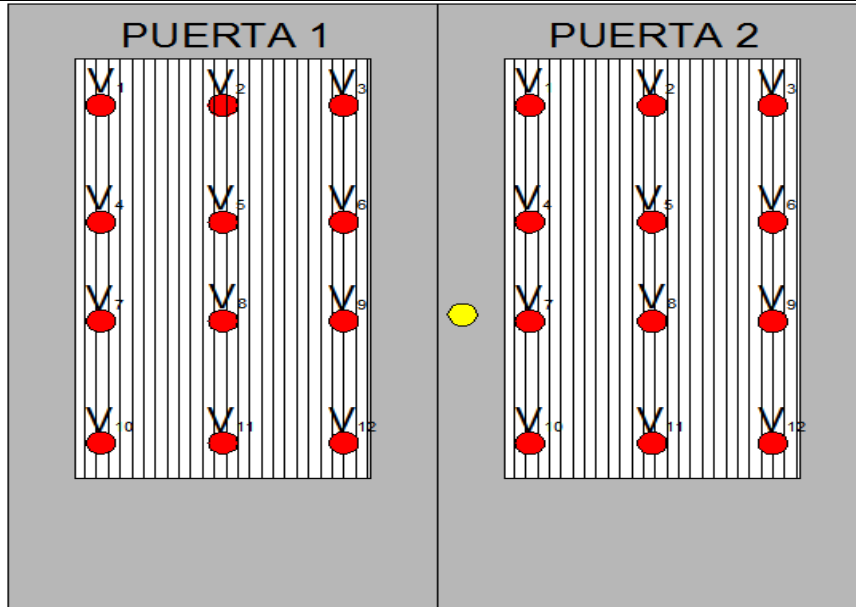
OBSERVACIONES

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

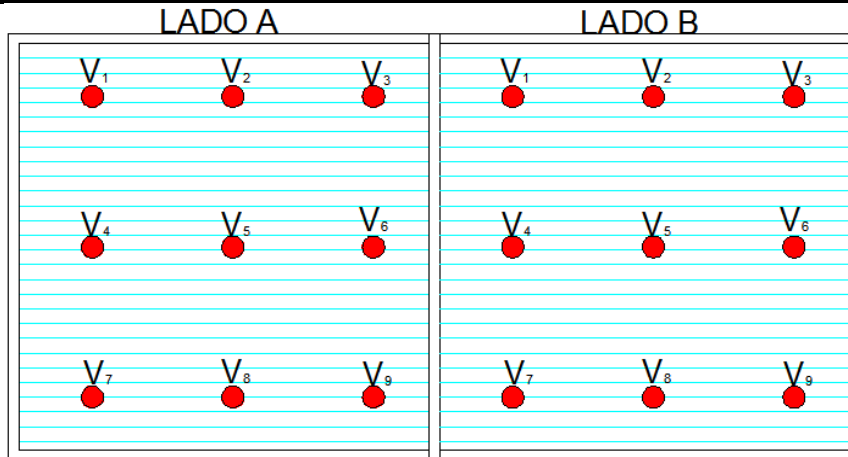
**FIGURA N°05: FLUJO MIXTO**



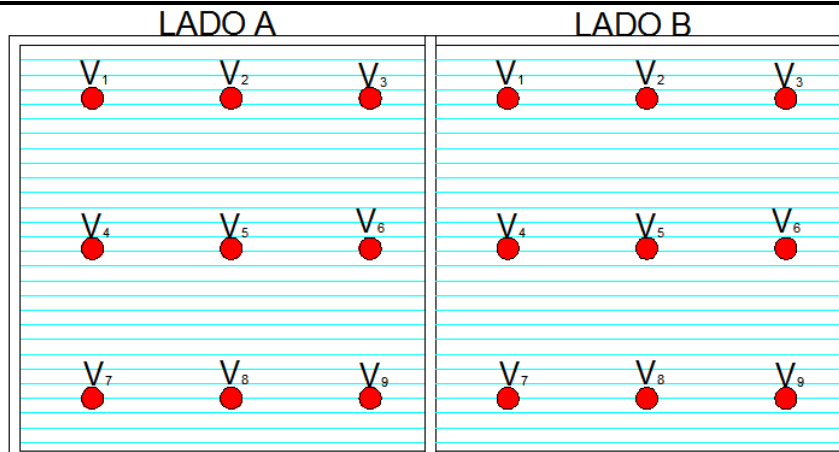
**UBICACIÓN DE PUNTOS REJILLAS DE PUERTA DE CUARTO EXTRACCION**



**UBICACIÓN DE PUNTOS DE REJILLAS SÓTANO 1**



**UBICACIÓN DE PUNTOS DE REJILLAS SÓTANO 2**





**TABLA N°08: Protocolo de Entrega**  
**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b>	C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>		
<b>Dirección:</b>	Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

**NIVEL:**  
**SÓTANO 1**

**VERIFICACIONES**

**JET FAN**

Marca:	SYSTEMAIR MOTOR WEG	Amperaje Nominal:	6.95A
Modelo o tipo:	AJR 400-2/4(B)	Velocidad Nominal:	3345RPM
Potencia Nominal:	1.5HP	Factor de Potencia:	0.86
Voltaje Nominal:	220V	Numero de Fases:	3

<b>CAMPOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBS</b>
Todas las conexiones eléctricas, incluyendo el control y fuerza están terminada.	X		
Equipamiento y medidores están calibrados.	X		
El motor presento señales de sobrecarga o estrés.	X		
El motor del JETFAN opera son generar excesivo ruido, vibración o calor.	X		

**INSTRUMENTOS DE MEDICION**

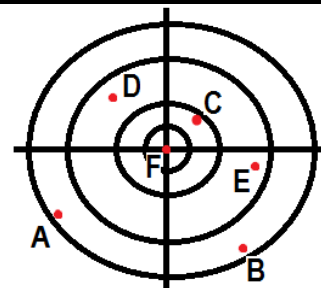
Anemómetro

Voltímetro

Amperímetro

**DATOS DE LOS EQUIPOS (SÓTANO 1)**

Numero de Equipo	Velocidad (ft/min)							Área (ft <sup>2</sup> )	Caudal (CFM)	Corriente (A)	Tensión (V)
	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	V <sub>E</sub>	V <sub>F</sub>	V <sub>PROM</sub>				
<b>JET FAN 1</b>	391	426	250	103	327	342	306.5	2.1124	6474.5	6.2	223
<b>JET FAN 2</b>	466	323	249	375	114	342	311.5	2.1124	6580.1	5.9	221
<b>JET FAN 3</b>	359	354	295	115	312	314	291.5	2.1124	6157.6	6.3	224
<b>JET FAN 4</b>	371	375	225	187	287	311	292.7	2.1124	6182.9	6.4	220
<b>JET FAN 5</b>	376	323	310	280	361	183	305.5	2.1124	6453.4	6.1	221
<b>JET FAN 6</b>	335	178	168	346	339	383	291.5	2.1124	6156.6	6.2	223



**OBSERVACIONES**


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**TABLA N°09: Protocolo de Entrega**  
**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b> C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>	
<b>Dirección:</b> Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

**NIVEL:**  
**SÓTANO 2**

**VERIFICACIONES**

**JET FAN**

Marca:	SYSTEMAIR MOTOR WEG	Amperaje Nominal:	6.95A
Modelo o tipo:	AJR 400-2/4(B)	Velocidad Nominal:	3345RPM
Potencia Nominal:	1.5HP	Factor de Potencia:	0.86
Voltaje Nominal:	220V	Numero de Fases:	3

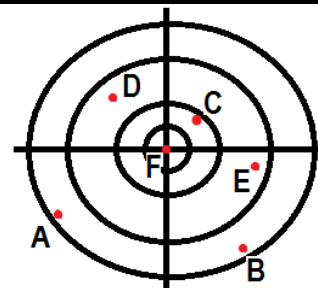
CAMPOS	SI	NO	OBS
Todas las conexiones eléctricas, incluyendo el control y fuerza están terminada.	X		
Equipamiento y medidores están calibrados.	X		
El motor presenta señales de sobrecarga o estrés.	X		
El motor del JETFAN opera sin generar excesivo ruido, vibración o calor.	X		

**INSTRUMENTOS DE MEDICION**

Anemómetro  
 Voltímetro  
 Amperímetro

**DATOS DE LOS EQUIPOS (SÓTANO 2)**

Numero de Equipo	Velocidad (ft/min)							Área (ft <sup>2</sup> )	Caudal (CFM)	Corriente (A)	Tensión (V)
	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	V <sub>E</sub>	V <sub>F</sub>	V <sub>PROM</sub>				
<b>JET FAN 7</b>	328	302	274	419	315	370	334.7	2.1124	7070.2	6.3	227
<b>JET FAN 8</b>	370	412	281	276	379	303	404.2	2.1124	8538.3	6.2	223
<b>JET FAN 9</b>	402	275	340	404	306	280	334.5	2.1124	7065.9	5.9	221
<b>JET FAN 10</b>	431	216	365	274	357	316	326.5	2.1124	6896.9	6	220
<b>JET FAN 11</b>	429	263	286	369	343	298	331.7	2.1124	7006.8	6.4	219
<b>JET FAN 12</b>	381	280	183	376	325	310	309.2	2.1124	6531.5	6.3	221



**OBSERVACIONES**

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**TABLA N°10: Protocolo de Entrega**  
**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b>	C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>		
<b>Dirección:</b>	Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

**NIVEL:**  
**SÓTANO 3**

**VERIFICACIONES**

**JET FAN**

Marca:	SYSTEMAIR MOTOR WEG	Amperaje Nominal:	6.95A
Modelo o tipo:	AJR 400-2/4(B)	Velocidad Nominal:	3345RPM
Potencia Nominal:	1.5HP	Factor de Potencia:	0.86
Voltaje Nominal:	220V	Numero de Fases:	3

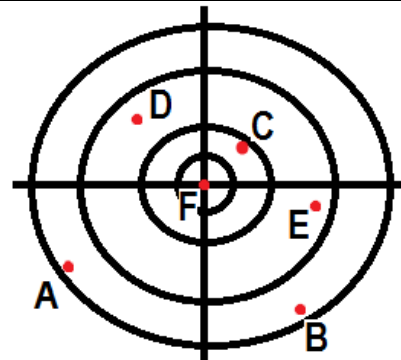
CAMPOS	SI	NO	OBS
Todas las conexiones eléctricas, incluyendo el control y fuerza están terminada.	X		
Equipamiento y medidores están calibrados.	X		
El motor presenta señales de sobrecarga o estrés.	X		
El motor del JETFAN opera son generar excesivo ruido, vibración o calor.	X		

**INSTRUMENTOS DE MEDICION**

Anemómetro  
 Voltímetro  
 Amperímetro

**DATOS DE LOS EQUIPOS (SÓTANO 3)**

Numero de Equipo	Velocidad (ft/min)							Área (ft <sup>2</sup> )	Caudal (CFM)	Corriente (A)	Tensión (V)
	V <sub>A</sub>	V <sub>B</sub>	V <sub>C</sub>	V <sub>D</sub>	V <sub>E</sub>	V <sub>F</sub>	V <sub>PROM</sub>				
<b>JET FAN 13</b>	349	396	304	370	342	301	343.7	2.1124	7260	6.3	227
<b>JET FAN 14</b>	321	302	350	331	274	293	311.8	2.1124	6586.5	6.4	226
<b>JET FAN 15</b>	360	365	184	237	289	304	289.8	2.1124	6119.6	6.2	221



**OBSERVACIONES**

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**Protocolo de Entrega**

**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b> C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>	
<b>Dirección:</b> Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

<b>NIVEL:</b>
<b>SÓTANO 1</b>

**VERIFICACIONES**

**SENSOR DE MONOXIDO**

<b>Datos de placa</b>	Marca:	DISTECH CONTROLS
	Modelo o tipo:	GS-CMBRMX (modbus)
	Voltaje Nominal:	0 a 5 o 0 a 10 amperios DC
	Amperaje Nominal:	4-20 mA
	Configurado a:	50 ppm

<b>CAMPOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBS</b>
<b>Cableado Eléctrico</b>	Todas las conexiones de los sensores están terminada.	X		

<b>Equipo N°</b>	<b>Operativo</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
SENSOR 20	X	
SENSOR 21	X	
SENSOR 22	X	
SENSOR 23	X	
SENSOR 24	X	
SENSOR 25	X	
SENSOR 26	X	
SENSOR 27	X	
SENSOR 28	X	
SENSOR 29	X	
SENSOR 30	X	
SENSOR 31	X	

**OBSERVACIONES**


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**Protocolo de Entrega**

**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b> C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>	
<b>Dirección:</b> Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

**NIVEL:**  
**SÓTANO 2**

**VERIFICACIONES**

**SENSOR DE MONOXIDO**

<b>Datos de placa</b>	Marca:	DISTECH CONTROLS
	Modelo o tipo:	GS-CMBRMX (modbus)
	Voltaje Nominal:	0 a 5 o 0 a 10 amperios DC
	Amperaje Nominal:	4-20 mA
	Configurado a:	50 ppm

<b>CAMPOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBS</b>
<b>Cableado Eléctrico</b>	Todas las conexiones de los sensores están terminada.	X		

<b>Equipo N°</b>	<b>Operativo</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>SENSOR 8</b>	X	
<b>SENSOR 9</b>	X	
<b>SENSOR 10</b>	X	
<b>SENSOR 11</b>	X	
<b>SENSOR 12</b>	X	
<b>SENSOR 13</b>	X	
<b>SENSOR 14</b>	X	
<b>SENSOR 15</b>	X	
<b>SENSOR 16</b>	X	
<b>SENSOR 17</b>	X	
<b>SENSOR 18</b>	X	
<b>SENSOR 19</b>	X	

**OBSERVACIONES**


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**Protocolo de Entrega**

**Sistema de Extracción de Monóxido CO**

<b>Nombre del Proyecto:</b> C.C. Galaxy Plaza	<b>Fecha:</b>
<b>Cliente:</b>	
<b>Dirección:</b> Av. Defensores del Morro 1675 - Chorrillos	

<b>NIVEL:</b>
<b>SÓTANO 3</b>

**VERIFICACIONES**

**SENSOR DE MONOXIDO**

<b>Datos de placa</b>	Marca:	DISTECH CONTROLS
	Modelo o tipo:	GS-CMBRMX (modbus)
	Voltaje Nominal:	0 a 5 o 0 a 10 amperios DC
	Amperaje Nominal:	4-20 mA
	Configurado a:	50 ppm

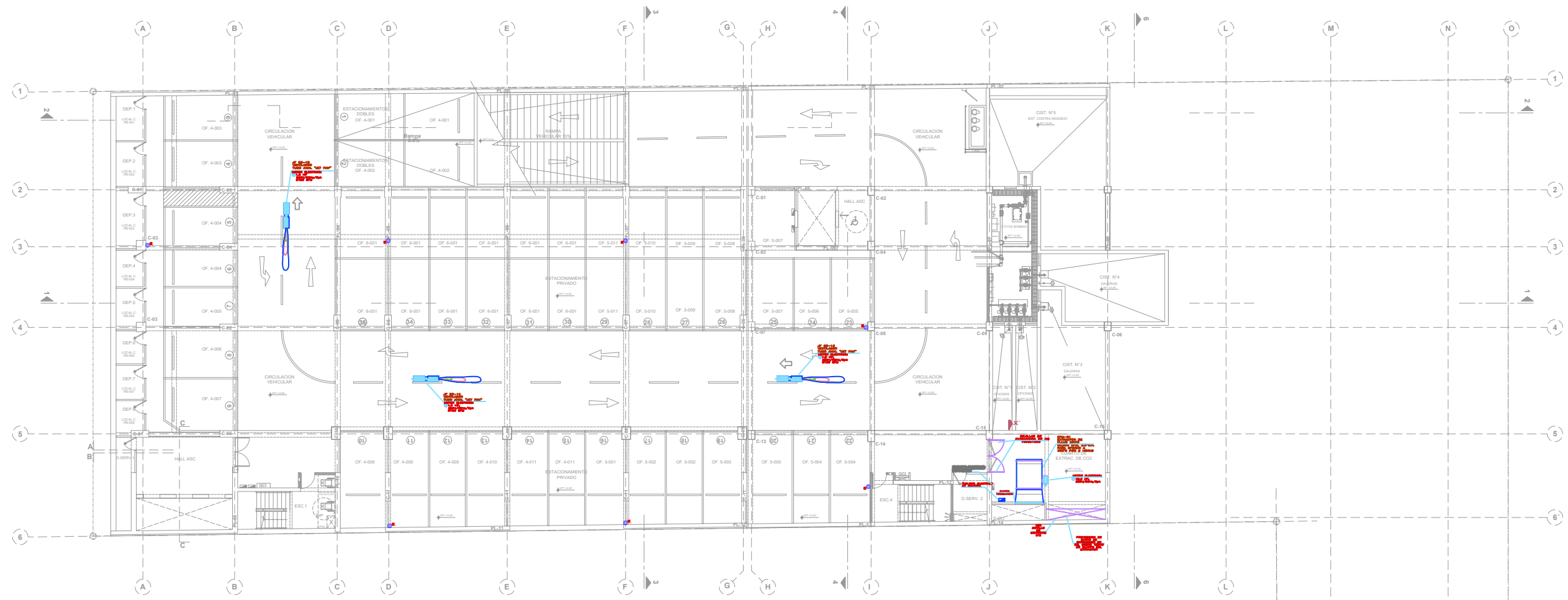
<b>CAMPOS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBS</b>
<b>Cableado Eléctrico</b>	Todas las conexiones de los sensores están terminada.	X		

<b>Equipo N°</b>	<b>Operativo</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>SENSOR 1</b>	X	
<b>SENSOR 2</b>	X	
<b>SENSOR 3</b>	X	
<b>SENSOR 4</b>	X	
<b>SENSOR 5</b>	X	
<b>SENSOR 6</b>	X	
<b>SENSOR 7</b>	X	



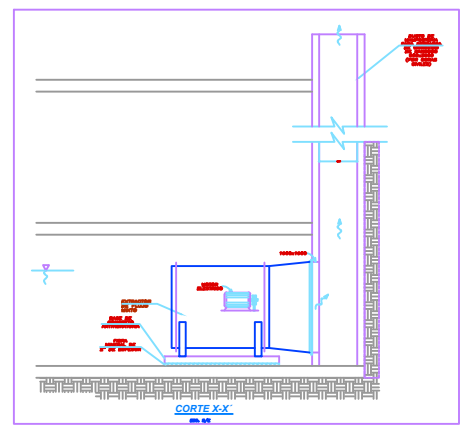
**OBSERVACIONES**


<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>
<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Cargo:</b>
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>



**PLANTA 3º SOTANO**  
Esc 1: 100 NPT-10.80

3º sot 48 ESTACIONAMIENTOS PRIVADOS: 22 simples y 13 dobles



**LEYENDA**

- PUNTO DE MONITOREO DE CARBONO.
- PLANTO DE BOMBEO ELECTRICO.
- DUCTO METALICO DE PLACAS GALVANIZADAS.
- DUCTO SUBTERRANEO DE MANOMETRIA.

**EXTRACTOR DE AIRE**

CONDICION	TIPO	DESCRIPCION	PRECEDENTE	ESTADO	REVISIONES	FECHA
01-01	PLANTA	EXTRACTOR	01	01	01	11/06/2019

**VENTILADORES TUBO AXIAL**

CONDICION	TIPO	DESCRIPCION	PRECEDENTE	ESTADO	REVISIONES	FECHA
01-01	PLANTA	VENTILADOR	01	01	01	11/06/2019

**PROYECTO :**  
DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO  
Centro Comercial "Galaxy Plaza"

**TITULO :**  
3º SOTANO

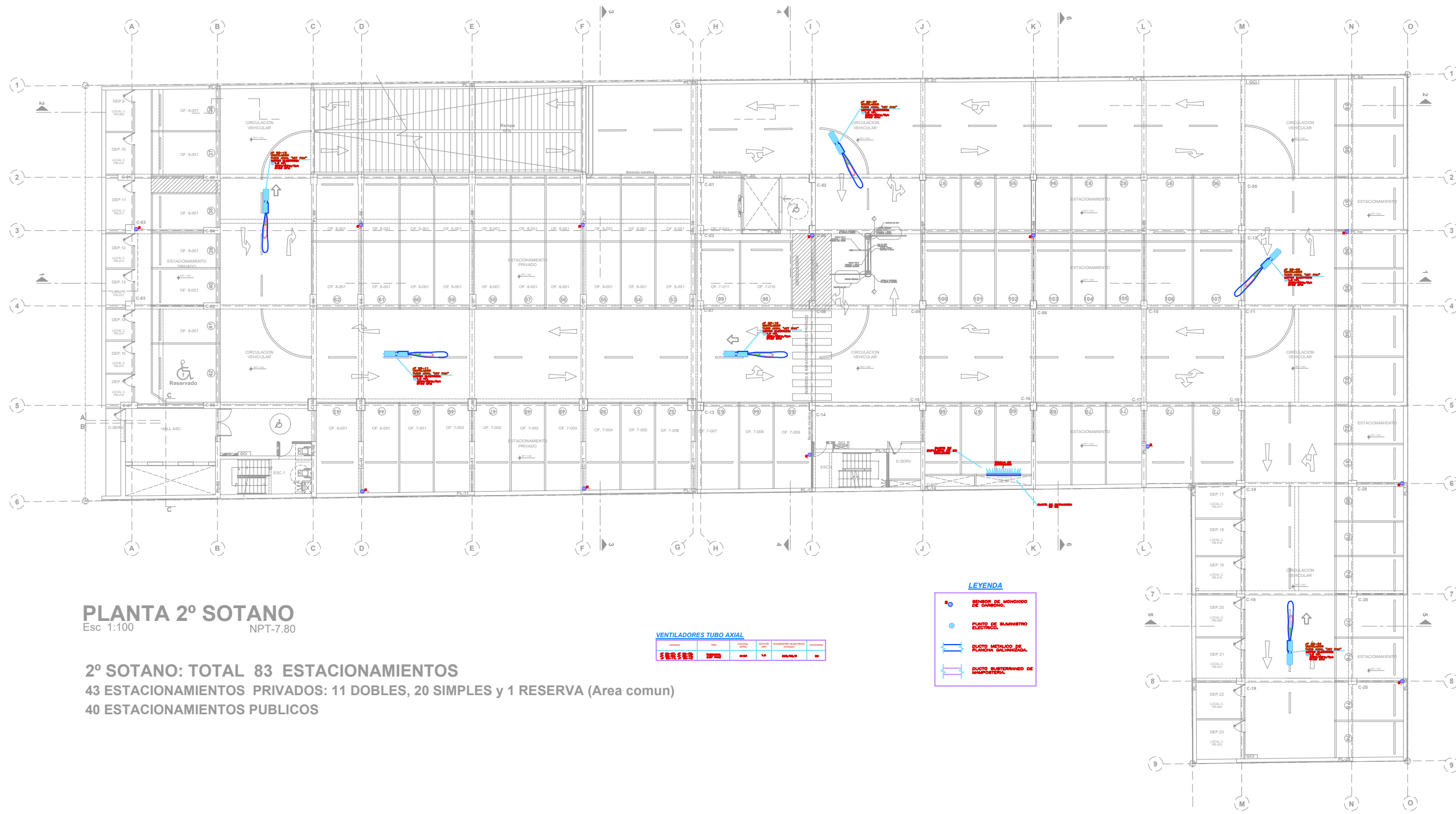
**PROFESIONAL :**

**DEBIDO :**

**ESCALA DIBUJO :**  
1/75

**FECHA :**  
11/06/2019

**LÁMINA :**  
**EM-01**  
DE : 03



**PLANTA 2º SOTANO**  
Esc 1:100 NPT-7.80

**2º SOTANO: TOTAL 83 ESTACIONAMIENTOS**  
**43 ESTACIONAMIENTOS PRIVADOS: 11 DOBLES, 20 SIMPLES y 1 RESERVA (Area comun)**  
**40 ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS**

**VENTILADORES TUBO AXIAL**

TIPO	CONDICION	CONDICION	CONDICION	CONDICION	CONDICION
5	5	5	5	5	5

**LEYENDA**

- PUNTO DE MONITOREO DE CO<sub>2</sub>
- PUNTO DE SUMINISTRO ELECTRICO
- DUCTO METALICO DE PLANCHAS GALVANIZADAS
- DUCTO SUBTERRANEO DE MANIFESTACION

**PROYECTO :**  
**DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO**  
 Centro Comercial "Galaxy Plaza"

**TITULO :**  
**2º SOTANO**

**PROFESIONAL :**

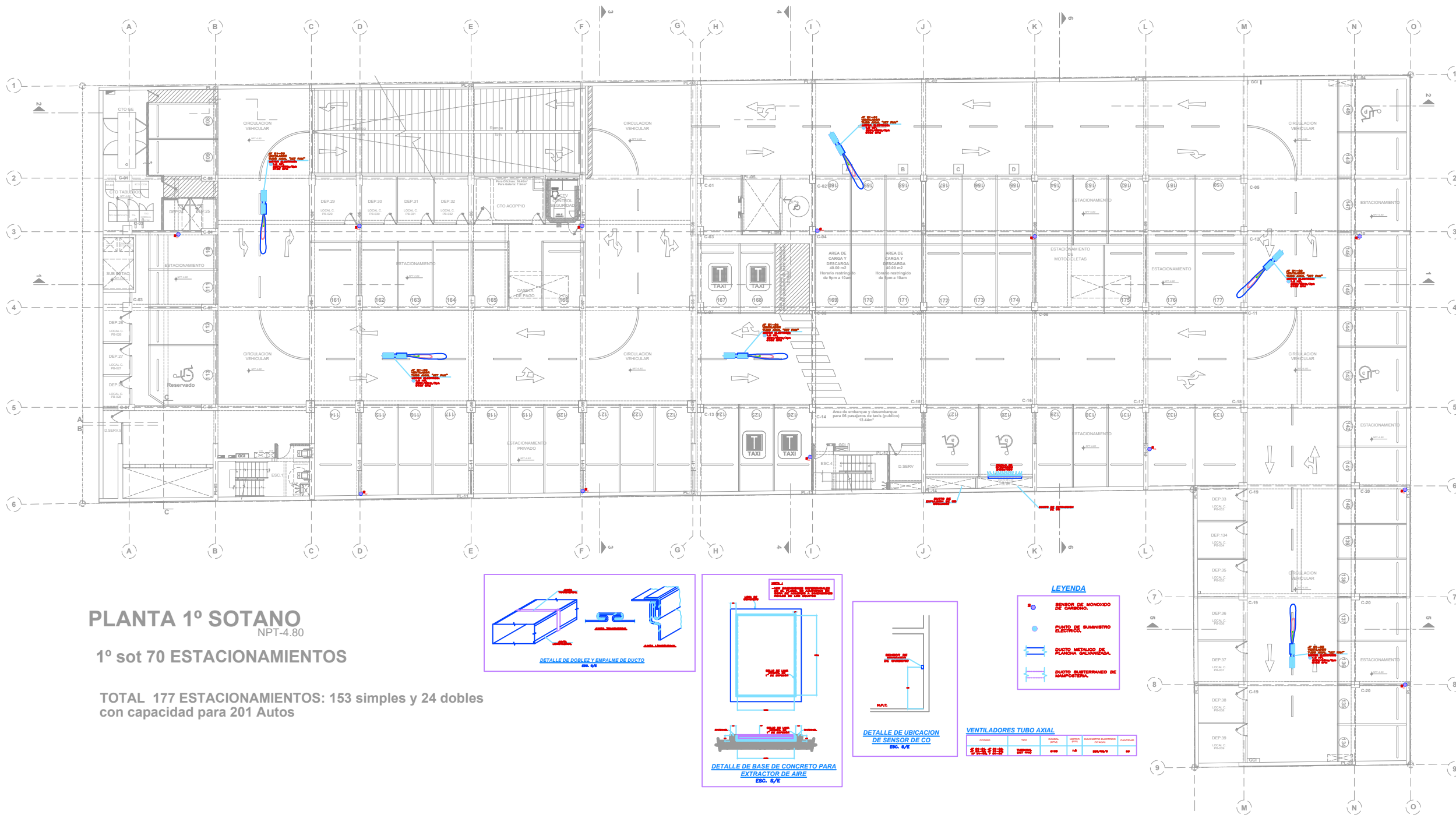
**DESEÑO :**

**ESCALA DIBUJO :**  
 1/75

**FECHA :**  
 11/06/2019

**LÁMINA :**  
**EM-02**  
 DE : 03

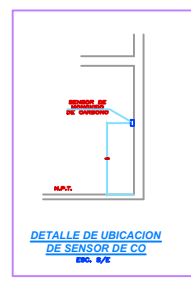
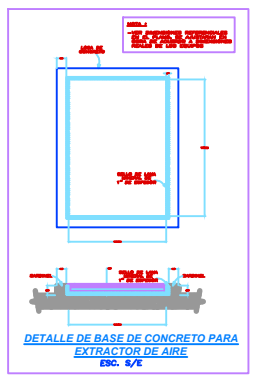
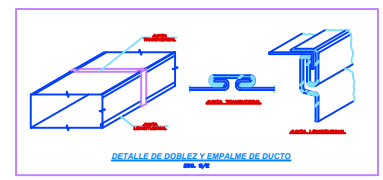




**PLANTA 1º SOTANO**  
NPT-4.80

**1º sot 70 ESTACIONAMIENTOS**

TOTAL 177 ESTACIONAMIENTOS: 153 simples y 24 dobles  
con capacidad para 201 Autos



**LEYENDA**

- SENSOR DE MONITOREO DE CARBONO
- PUNTO DE SUBMETRO ELECTROD.
- DUCTO METALICO DE PLACAS GALVANIZADA.
- DUCTO SUSTENTADO DE PLACAS METALICAS.

**VENTILADORES TUBO AXIAL**

Modelo	Voltaje	Consumo	Velocidad	Capacidad	Material
AXIAL	220V	150W	1500 RPM	1500 m³/h	Aluminio

**PROYECTO :**  
DISEÑO DE UN SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO  
Centro Comercial "Galaxy Plaza"

**TITULO :**  
1º SOTANO

**PROFESIONAL :**

**DELIJO :**

**ESCALA DIBUJO :**  
1/75

**FECHA :**  
11/06/2019

**LÁMINA :**  
**EM-03**  
DE : 03