



**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE
DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**“SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO
EN SOTANOS EN LA PUCP”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:
CUEVA RAMOS, ROMUALDO NACIANCINO.**

**Villa El Salvador
2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR UNTELS

“Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático”
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TEMA DE ACTUALIDAD PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador siendo las 10:30 Hrs. del día 28 de Abril de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Tema de Actualidad integrado por:

Presidente	:Ing. Martin Gonzales Bustamante	CIP N° <u>036182</u>
Secretario	:Ing. Eliseo Paez Apolinario	CIP N° <u>019569</u>
Vocal	:Ing. Alvaro Chavez Zubieta	CIP N° <u>109559</u>

Nombrados según Resolución de Facultad N° 130-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 28 de abril de 2015

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional en Ingeniero Mecánico Electricista, bajo la modalidad de Actualización Profesional. (Resolución de Comisión de Organizadora N° 023-2012-UNTECS de fecha 20 de setiembre 2012, donde se APROBÓ la ratificación del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Tecnológica del Cono Sur de Lima y el Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, siendo que el Art. 6° del precitado Reglamento del Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención de Título Profesional, establece que: “El Examen de Suficiencia Profesional comprende dos etapas: a) Examen de Conocimientos Profesionales y b) Sustentación de un Tema Especifico de Actualidad”), en la que

El bachiller: **Cueva Ramos, Romualdo Naciencino**

Sustentó su tema de Actualidad:

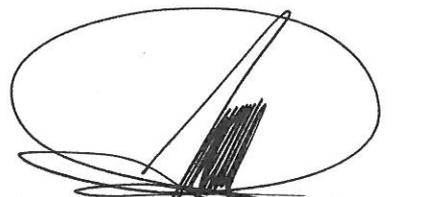
Sistema de Extracción de Monóxido en Sótanos en la PUCP

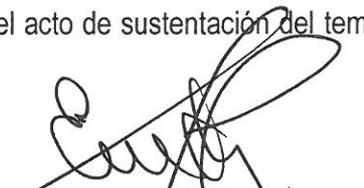
Concluida la Sustentación del tema de Actualidad, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición... Aprobado con nota... 14 (Catorce)
Equivalente... Buena... De acuerdo al Art. 45° del Reglamento de Examen de Suficiencia Profesional para la Obtención del Título Profesional.

Siendo las 11:05 del día 28 de Abril de 2015, se dio por concluido el acto de sustentación del tema de Actualidad, firmando el Jurado la presente Acta


Ing. Eliseo Paez Apolinario
SECRETARIO


Ing. Martin Gonzales Bustamante
PRESIDENTE
MARTIN ISMAEL GONZALES
BUSTAMANTE
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 036182


Ing. Alvaro Chavez Zubieta
VOCAL
ALVARO ENRIQUE
CHÁVEZ ZUBIETA
INGENIERO ELECTRÓNICO
Reg. CIP N° 109559



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

UNTELS

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y AMBIENTAL

ACTA FINAL DEL EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador siendo las.....^{11/10}..... del 28 de Abril de 2015, se reunieron en el Salón de Grados los Miembros del Jurado Evaluador del Examen de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente :Ing. Martin Gonzales Bustamante CIP N° ..036182
Secretario :Ing. Eliseo Paez Apolinario CIP N° .019569
Vocal :Ing. Alvaro Chavez Zubieta CIP N° 109559

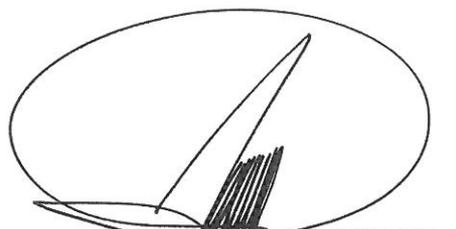
Nombrados según Resolución de Facultad N° 130-2015-CO-P-FIMEA, de fecha 28 de abril de 2015.

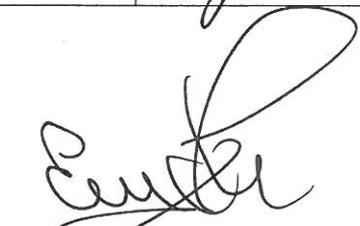
Concluida la Sustentación del Tema de Actualidad se procede a registrar la nota obtenida en el Examen de Conocimientos Profesionales y la nota obtenida en la Sustentación del Tema Específico de Actualidad, para obtener el Promedio Final del Examen de Suficiencia.

BACHILLEREVALUADO (A): Cueva Ramos, Romualdo Naciencino

NOTA DEL EXAMEN DE CONOCIMIENTOS PROFESIONALES	NOTA DE SUSTENTACIÓN DEL TEMA ESPECIFICO DE ACTUALIDAD	PROMEDIO	CONDICION	EQUIVALENTE
11	14	13	Aprobado	Regular


Ing. Eliseo Paez Apolinario
SECRETARIO


Ing. Martin Gonzales Bustamante
PRESIDENTE
MARTIN ISMAEL GONZALES
BUSTAMANTE
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 036182


Ing. Alvaro Chavez Zubieta
VOCAL
ALVARO ENRIQUE
CHÁVEZ ZUBIETA
INGENIERO ELECTRÓNICO
Reg. CIP N° 109559

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico, a nuestro creador, a mis padres, hermanos, abuelos y amigos que me estuvieron apoyando en el transcurso de mi vida social y académica.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus bondades y misericordias para con nosotros.

Especialmente a nuestros catedráticos, por sus esfuerzos en transmitirnos todo su bagaje que con su experiencia y sabiduría nos ayudaron a enriquecernos personal y profesionalmente.

Resumen

RESUMEN

El presente proyecto es un diseño electromecánico de un sistema de extracción de monóxido en tres sótanos con un área a extraer de 9000 m² en total para lo cual se desarrolla el cálculo de la ingeniería de la capacidad de motores de inyección, extracción de renovación de aire y un sistema de automatización en donde se aplique el funcionamiento de los equipos instalados de forma automática y se realice la renovación de aire de estos ambientes.

El proyecto tiene por finalidad solucionar el uso de espacios subterráneos convertirlos en sótanos y poder tener la superficie para construir aulas para los alumnos de la universidad, tener dos espacios que brinden comodidad a la comunidad estudiantil.

Para esto se realizó un nuevo Sistema de Extracción de Monóxido Centralizado, que se activa con presencia de partícula de monóxido que sobrepase las 25 ppm y mande una señal al PLC realizado la lógica de funcionamiento.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Resumen	4
Índice	6
Introducción	7
Capítulo I	8
Planteamiento del Problema	8
1.1 Descripción de la realidad problemática	8
1.2 Justificación del problema	8
1.3 Delimitación de la investigación	8
1.4 Formulación de la problemática	8
1.7 Objetivos	9
Capítulo II: Marco Teórico	10
2.1 Antecedentes	10
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1. Extracción Mecánica	11
2.2.2. Régimen Laminar y Turbulento.	11
2.2.3. Movimiento del Aire a Través de Conductos.	11
2.2.4. Pérdidas de Carga en Conductos	12
2.2.5. Tipos de Ventilación.	12
2.2.6. Gases Contaminantes	13
2.2.7. Monóxido de Carbono	14
2.2.8. Consecuencias en la Salud por la Inhalación de Monóxido.	14
2.2.9. Referencias Normativas.	15
2.2.10. Renovaciones de aire	16

2.2.11. Lineamiento de Diseño para Ventilación y Extracción Mecánica en Estacionamientos en Sotanos NTP.	17
2.2.12 Renovación de Aire según la Norma ASHRAE.	18
2.2.13. Ventiladores.	18
2.2.14. Clasificación de Ventiladores.	19
2.2.15. Funcionamiento.	22
2.2.16. Leyes de los Ventiladores y Extractores.	23
2.2.17. Automatización Industrial.	24
2.2.18. Tecnologías de realización.	25
2.2.19. Componentes de un Sistema Automático.	25
2.3 Marco conceptual	28
Capítulo III: Diseño del sistema	29
3.1 Análisis del sistema	29
3.2 Construcción del sistema	29
3.2.1. Sistema Mecánico	29
3.2.2. Calculo del Sistema Mecánico	30
3.2.3. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones – Rubro Electromecánico VI. Sistema de Filtros.	31
3.3 Diseño del Sistema Eléctrico.	32
3.3.1 Operación del Sistema.	32
3.3.2 Lógica de Funcionamiento.	35
3.4 Revisión y consolidación de Resultados.	36
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Bibliografía	39
Anexo	40

INTRODUCCIÓN

En una capital sobre poblada como Lima en donde la tasa de crecimiento de anual de personas es de 1.15% y al pasar los años va en aumento aparece un nuevo indicador denominado parque automotor y al comparar los años 90 con respecto del año 2015, existe una gran diferencia cerca de 1 a 10. Esto repercute debido a las innumerables promociones de venta a crédito de automóviles en el último quinquenio. Este crecimiento se vuelve mucho mayor en las clases A y B en donde adquirir un vehículo particular es más sencillo. Sin embargo el aumento vehicular ocasiona mayor uso de espacios de estacionamientos teniendo áreas muertas utilizadas únicamente para el uso de los automóviles. Para esta solución de espacio, se inició a partir del año 2007 una nueva visión de espacio la construcción de los sótanos en las nuevas edificaciones, teniendo muchas de estas entre 8 a 10 sótanos albergado en estos hasta un promedio de 200 a 300 automóviles.

Pero como sabemos todos los vehículos ya sea de combustión OTTO o DIESEL arrojan CO₂ y otros contaminantes al espacio y por la densidad de estas partículas pasadas suelen permanecer en el ambiente sin propagarse. Esta consecuencia de la combustión genera contaminación principalmente por el CO₂ en los sótanos perjudicando el tránsito de personas en estos ambientes. Para la solución de estas construcciones subterráneas se diseñan los denominados sistemas de extracción de monóxido en donde mediante Motores de extracción realizan la absorción CO₂ y la expulsan al exterior mediante montantes de concreto y recorrido de ductos, a su vez también realizan la renovación de aire con Motores de inyección de aire fresco tomadas del exterior.

Como se detalló la ingeniería busca la solución a diversos problemas relacionados con la comodidad y satisfacción de las personas en su vida cotidiana

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática.

- Falta de estacionamientos automovilístico en la universidad.
- No contar con áreas para construir estacionamientos.
- El incremento del alumnado de la Pontificia Nacional Católica del Perú (PUCP) y el no contar con modernos estacionamientos ecológicos.
- El aumento en los 5 últimos de años de automóviles de los alumnos, profesores y administradores de la universidad.

1.2. Justificación del Problema.

Habilitar 262 estacionamientos para los alumnos, profesores y personal administrativo del nuevo edificio de la facultad de Ingeniería.

1.3. Delimitación de la Investigación.

1.3.1. Espacial.

El lugar y la distancia del centro de operaciones e instalación del programa se ubican en el distrito de San Miguel; el cual ocasionaba mayor inversión para su investigación.

1.3.2. Temporal.

El corto tiempo de la presentación de la tesina no permitió recoger la información del proyecto en forma eficiente

1.4. Formulación de la Problemática.

- ¿Qué genera la presencia de monóxido y partículas contaminantes en los tres sótanos debido a la presencia de automóviles?
- Alto consumo de energía eléctrica en la utilización de motores eléctricos de alta potencias.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

- Realizar la extracción de monóxido de 360 automóviles ubicados en tres sótanos en un área total de 9000 m².

1.5.2. Objetivo Específico.

- Extraer el monóxido de los tres sótanos mediante dos extractores de 40000 CFM.
- Inyectar de aire a los 3 sótanos para la renovación de aire.
- Automatizar el sistema para realizar un funcionamiento de extracción e inyección de aire.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes.

Internacional.

Laura Arenas (2013, España) cuyo título de su tesis para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico “*Diseño del sistema de Ventilación y Protección contra Incendios de un Aparcamiento Subterráneo*”. El aparcamiento objeto del proyecto, con las medidas propuestas, proporciona un nivel de protección contra incendios apropiado, de acuerdo con lo exigido por la normativa vigente. Se ha conseguido una mejora del nivel de seguridad ante el fuego, que afectará a los ocupantes del recinto y a la integridad del edificio y de las instalaciones diseñadas, determinando las vías de evacuación y los dispositivos de detección y protección contra incendios más adecuados.

Mario Pérez (2013, Ecuador) cuyo título de su tesis para obtener el grado de Título de Ingeniero Mecánico “*Diseño de Sistemas de Ventilación Industrial para los Ambientes de Trabajo de una Empresa Dedicada a la Elaboración y Comercialización de Productos Cosméticos*”. Siendo su objetivo general el diseño de sistemas de ventilación industrial para una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de productos cosméticos en donde se utiliza productos químicos, tóxicos para la salud del personal que trabaja en esta empresa.

Santos Bendicho (2013, España) proyecto ganador en concurso de concesión con el título, “*Control de Humos en Aparcamientos*” Se consiguió el control de los ambientes con presencia de monóxido mediante la utilización de un sistema de Control Centralizado y a la vez utilizarlo como respaldo en casos de incendios.

Nacionales.

Ronald Mas (2011) en su tesis para optar la titulación “*Diseño de Sistema de Extracción de Emisiones de Gases de Combustión de Biomasa Bajo Condiciones Controlada*” cuyo objetivo general fue el diseño de un sistema de extracción de gases de combustión bajo condiciones controladas (velocidad y temperatura), con la finalidad de acondicionar los gases de combustión de la quema de la leña, bosta y yareta para la identificación y cuantificación de las emisiones según normas internacionales.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Extracción Mecánica.

Es el tipo de extracción que aplica equipos electromecánicos para la inyección y extracción del aire de un ambiente.

La renovación del aire en cualquier local es necesaria para renovar el oxígeno y extraer los subproductos de la actividad humana, como por ejemplo el anhídrido carbónico, y otros contaminantes como el monóxido de carbono, los óxidos de azufre o los hidrocarburos, comunes en locales en los que circulan vehículos de combustión. En determinados casos, los sistemas de ventilación también cumplen un papel importante en la seguridad de los ocupantes porque garantizan la extracción de humos en caso de incendio.

2.2.2 Régimen Laminar y Turbulento.

El flujo del aire se llama **laminar** cuando su trayectoria es uniforme, los filetes son paralelos y bien definidos, como se pone de manifiesto con trazadores sinópticos.

El flujo es **turbulento** cuando la trayectoria de las partículas del fluido son irregulares, constantemente cambiantes con la aparición y desaparición de innumerables torbellinos.

2.2.3 Movimiento del Aire a Través de Conductos.

Para ventilar un espacio, ya sea impulsando aire o bien extrayéndolo, es habitual el uso de redes de conductos. La misión de un sistema de conductos es transportar el aire hasta el recinto a climatizar y suele estar formado por los conductos de impulsión y los de retorno. Estos sistemas se clasifican en función de la velocidad y de la presión en los conductos.

2.2.4 Pérdidas de Carga en Conductos

El proceso de fluir del aire por el conducto absorbe energía, ya sea debido al roce con las paredes, a los cambios de sección o a los obstáculos que puede encontrar a su paso. Esto se refleja en una pérdida de presión total en el circuito, llamada pérdida de carga.

En función de la razón que produce la pérdida de carga, estas se pueden dividir en primarias y secundaria.

➤ **Pérdidas Primarias.**

Las pérdidas primarias se producen cuando el fluido se pone en contacto con la superficie del ducto. Esto provoca que se rocen unas capas con otras, en el caso de tener flujo laminar, o de partículas de flujo entre sí, cuando se tiene flujo turbulento. Estas pérdidas se producen solo en tramos de tuberías horizontales y de diámetro constante.

➤ **Pérdidas Secundarias.**

Estas pérdidas de carga incluyen cualquier tipo de accidente presente en la conducción y que pueda ocasionar pérdidas de presión en el flujo que circula por la instalación. Se producen en transiciones de los ductos (estrechamientos o expansiones) y en toda clase de accesorios como desviaciones y codos.

2.2.5 Tipos de Ventilación.

La ventilación de un local puede ser natural o forzada, en función de sus necesidades.

- **Ventilación natural.** Se habla de ventilación natural cuando no hay aportación de energía artificial para efectuar la renovación del aire. Generalmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, tragaluces etc.) que comunican directamente con el exterior. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, puesto que la tasa de renovación de cada momento depende de las condiciones climatológicas.

- **Ventilación forzada con extracción mecánica.** Se asegura a extracción del aire mediante la instalación de un ventilador mecánico acompañado de una red de conductos, mientras que la admisión se hará mediante huecos situados estratégicamente y que se comuniquen con el exterior. Se crea entonces un sistema en depresión, por el cual circula el aire ventilando el local adecuadamente.

- **Ventilación forzada con admisión mecánica.** Este sistema consiste en impulsar el caudal determinado de aire dentro del local, evacuando este como efecto de la sobrepresión creada en el recinto por los huecos diseñados con este fin. Este sistema es de difícil empleo en locales con grado de contaminación alto, por la dificultad que entraña tener un control adecuado sobre el contaminante, que llegará a zonas donde antes no accedía sin ventilación alguna.

- **Ventilación forzada con impulsión – extracción mecánica.** Si no se dispone de aberturas directas al exterior, se necesita una solución distinta para garantizar la correcta ventilación. En este caso se usarán ventiladores capaces de asegurar el suministro o evacuación de aire hasta el último punto de la conducción.

2.2.6 Gases Contaminantes

Los gases desprendidos por los automotores están formados por:

- Monóxido de Carbono.
- Dióxido de Carbono.
- Óxido de Nitrógeno.
- Dióxido de Azufre.

Los gases mencionados, en su mayoría son tóxicos, pero no afectan la salud porque se diluyen rápidamente en el aire y bajan su concentración a límites no peligrosos. El gas más perjudicial de los señalados es el Monóxido de Carbono (CO) y es el que interesa diluir a una concentración inferior a 120 p.p.m.1 de acuerdo a la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer). El CO tiene afinidad con la hemoglobina y forma carboximoglobina, lo que impide a la sangre el transporte y entrega de oxígeno a los tejidos.

2.2.7. Monóxido de Carbono.

El monóxido de carbono (también conocido como CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido. No irrita –no hace toser- pero es muy venenoso.

Cuando usamos combustibles (como la gasolina de tu automóvil), producimos CO. Puede ser que estés respirando altos niveles de CO en los alrededores de calles o intersecciones muy transitadas. Otras fuentes de CO, incluyen casi cualquier objeto con motor, plantas eléctricas que utilizan carbón, gas o petróleo, e incineradores de basura. Dentro de tu casa, el CO puede provenir del horno, aparato de calefacción, de una chimenea donde se queme leña o del humo de un cigarrillo.

2.2.8. Consecuencias en la Salud por la Inhalación de Monóxido.

Cuando una persona inhala (respira) el aire llega a los pulmones. Dentro de los pulmones, el oxígeno viaja del aire a la sangre. Una vez que el oxígeno se encuentra en el cuerpo, este requiere de ayuda para llegar a donde necesita ir. Para lograrlo cuenta con un ayudante. Este ayudante es una molécula especial de transportación que se llama hemoglobina. La hemoglobina se encarga de tomar el oxígeno y de entregarlo a las partes del cuerpo que lo necesitan. Si hay altos niveles de CO en el aire, entonces el oxígeno no es repartido.

La molécula encargada de repartir oxígeno. (Hemoglobina) puede repartir oxígeno (lo que es bueno para ti) o CO (lo que es malo). Cuando una persona respira aire que contiene CO, este desplaza al oxígeno y toma su lugar. La hemoglobina toma el CO y lo reparte en un lugar de oxígeno. Esto significa que cuando el CO está presente, la hemoglobina entrega menos oxígeno al cuerpo. El cerebro y el corazón necesitan mucho oxígeno y no funcionan normalmente cuando una persona respira CO. Si alguien se expone a altos niveles de CO, puede experimentar dificultades al respirar o ligeros dolores de cabeza. Los síntomas se intensificarán si la persona está haciendo ejercicio o tiene el corazón y los pulmones débiles.

Las altas concentraciones de CO pueden existir en ciudades con mucho tráfico. Gente que pasa los días en las calles (conductores de autobuses, camiones y patrullas, inspectores de vehículos, encargados de estacionamientos, peatones y ciclistas, trabajadores que reparan las calles y vendedores ambulantes) pueden respirar más CO. Los conductores de automóviles también están expuestos al CO proveniente del tráfico y posiblemente, de las emisiones de su vehículo o del humo de cigarro. Cuando el automóvil está detenido, los niveles de CO dentro del vehículo pueden incrementar.

2.2.9 Referencias Normativas.

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 mEnergía y Minas.
- NTP 350.043. Extintores Portátiles.
- UNE-EN-13779/2007 Ventilación en Edificios No Residenciales

Se aceptan como normas de buena práctica las normas 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.

- 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.

Las exigencias técnicas incluidas en normas de otros países, no deben ser menores a las exigencias de esta Norma.

2.2.10 Renovaciones de aire

Los sistemas de ventilación producen condiciones de estado del aire en los ambientes a los que se aplican. **Renovaciones para locales especiales** (Anexo 1)

2.2.11 Lineamiento de Diseño para Ventilación y Extracción Mecánica en Estacionamientos en Sótanos NTP.

La ventilación de estacionamiento en sótanos, deberá ser permanente y se efectuará por un sistema mecánico de impulsión y extracción que suministre un mínimo de doce metros cúbicos de aire exterior, por hora y por metro cuadrado de área de piso, incluyendo el área de circulación, pero manteniendo el mínimo de renovación de aire cada doce minutos. A partir del tercer sótano o más, deberá ser cumplimiento obligatorio.

El sistema mecánico de impulsión de aire se instalará en la parte superior lo más cercano al techo; la ubicación de la extracción será definida por el Profesional Responsable.

La altura de descarga mínima será de +1,50 m encima del nivel de último techo para el caso de sótanos de estacionamientos en edificaciones con pisos superiores, siempre y cuando no afecte las edificaciones colindantes en cuyo caso se usarán filtros.

Para el caso de sótanos de estacionamientos sin edificaciones en pisos superiores (estacionamientos públicos), la altura de descarga mínima será de 3,00 m por encima del nivel del techo o el sistema de extracción deberá 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 usarán filtros.

En los estacionamientos que excedan de cinco plazas o de 100 m² útiles debe disponer de un sistema de detección de monóxido de carbono (CO) en cada planta que se active automáticamente el o los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en estacionamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario. Se recomienda tomar en cuenta el empleo de variadores de velocidad para el control de extractores de monóxido de carbono (CO), garantizando eficiencia energética.

2.2.12 Renovación de Aire según la Norma ASHRAE.

Se refiere a la renovación de aire en un espacio cerrado, su medición está dada en ACH ya que en inglés se traduce a *“air changes per hour”* o cambios de aire por hora. En el manual de la ASHRAE *“Handbook HVAC Applications”* se menciona que para parqueaderos cerrados es recomendable una tasa de 1.5 cfm /ft² o 6 ACH². La NFPA (National Fire Protection Association) recomienda un mínimo de 4 ACH, cabe recalcar que mientras mayor sea el número de renovaciones, mejor será la calidad de aire en el ambiente cerrado.

2.2.13 Ventiladores.

La definición estricta de la palabra ventilador, según la RAE, es: “Instrumento o aparato que impulsa o remueve el aire en una habitación”.

Si aplicamos esta definición al ámbito de las instalaciones en un edificio, se puede decir que un ventilador es una máquina rotativa capaz de mover una determinada masa de aire, a la que comunica una cierta presión, suficiente para vencer las pérdidas de carga producidas en la red de conductos.

➤ Presión.

Es la fuerza con que el ventilador debe impulsar el aire para vencer la resistencia de un sistema de ventilación a causa de ductos, accidentes, filtros, etc.

➤ **Presión Estática:**

Es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire sobre un recinto o ducto.

➤ **Presión Dinámica.**

Es la fuerza por unidad de superficie que ejerce el aire en movimiento sobre cualquier objeto que se oponga a ese movimiento. Depende de la velocidad del aire y de la sección del propio ventilador.

Un ventilador consta principalmente de las siguientes partes:

- Motor de accionamiento
- Elemento rotativo: pieza del ventilador que gira en torno al eje del mismo. Puede ser una Hélice o un Rodete.
- Soporte.

2.2.14 Clasificación de Ventiladores.

Ventiladores Axiales.

Son aquellos en los que el aire es impulsado por una hélice y su flujo mantiene la misma dirección a la entrada y a la salida del ventilador.

Suelen instalarse en aquellos casos donde es más importante el volumen de aire a trasegar que la pérdida de carga que hay que vencer. Pueden ser de tipo Mural, cuya aplicación más común es la de instalarse en pared, o de tipo tubular, con el cuerpo motor-hélice situado dentro de una carcasa tubular especialmente diseñada para instalar en ducto. Anexo 2

Tipos de ventiladores axiales:

De pala libre.

Son el típico ventilador de mesa, o los ventiladores colgantes del techo, con sus palas girando sin protección.

Ventiladores murales o de pared.

Trabajan a descarga libre, es decir sin ningún conducto. Pueden ser de pala ancha o estrecha. Los de pala ancha son más silenciosos y se deben de colocar en lugares donde el ruido sea condicionante. Los de pala estrecha dan más presión y caudal, pero producen un ruido como el de una sirena, por lo que deben de usarse sólo en locales industriales. Se utilizan en extracciones pequeñas, o donde se requiere un gran caudal, como naves, polideportivos, etc.

Se denominan de acuerdo con su diámetro (300, 400, 600). Su presión disponible va de 10 a 30 mm.c.a.

Ventiladores tubulares. Son ventiladores axiales con una envolvente tubular, que canaliza el flujo. Producen una mayor presión con grandes caudales.

Se utilizan principalmente en garajes y extracciones localizadas con un pequeño conducto.

En general son adecuados para mover grandes caudales de aire con presiones bajas o medias. En grandes tamaños pueden tener las palas con posibilidad de variar su ángulo de ataque, para ajustarlo mejor a la presión necesaria.

Su presión disponible va de 10 a 25 mm.c.a.

Ventiladores Centrífugos.

Son aquellos en los que el aire es impulsado por un rodete y direccionado a través de una voluta, formando un ángulo de 90° entre la entrada y la salida. Anexo 3

Tipos de Ventiladores Centrífugos:

➤ **Ventilador Centrifugo con Alabes hacia Adelante.**

Rodete con gran cantidad de alabes cortos. Apropiado para bajas y medias presiones y con determinación concreta del punto de trabajo, ya que si se aumenta el caudal suministrado, la potencia absorbida crece rápidamente con la consiguiente sobrecarga y destrucción del motor.

➤ **Ventilador Centrifugo con Alabes hacia Atrás.**

Rodete con pequeña cantidad de alabes. Apropiado para grandes rendimientos, ya la curvatura de los álabes acompaña e aire a su paso, evitando choques y turbulencias. No existe peligro de sobrecarga del motor cuando trabaja libremente.

Ventilador Heliconcentrifugos.

Se caracteriza por incorporar un rodete híbrido que une cualidades de los ventiladores helicoidales y de los centrífugos. Mediante un estudiado sistema de directrices permite conseguir caudales y presiones con la ventaja de ocupar espacios muy reducidos. Anexo 4

2.2.8 Funcionamiento.

➤ **Curva característica.**

El funcionamiento de un ventilador está determinado comercialmente por la curva característica proporcionada por el fabricante, en la que aparece la zona en la que la máquina trabajará de forma estable y con un rendimiento adecuado. La curva característica de un ventilador es la mejor referencia del mismo, ya que siempre nos indicará su comportamiento según sea el caudal y la presión que esté dando. El punto ideal de funcionamiento del ventilador, aquél para el que ha sido diseñado, es el correspondiente al máximo rendimiento. Cuanto más cerca de este punto trabaje el ventilador, más económico será su funcionamiento.

Curva Característica de un Ventilador. (Anexo 5)

➤ **Punto de funcionamiento ó de trabajo de un ventilador** (Anexo 6)

2.2.9 Leyes de los Ventiladores y Extractores.

Las curvas características de los ventiladores siguen ciertas leyes, llamadas «**leyes de los ventiladores**», que permiten determinar cómo varían caudal, presión y potencia absorbida por el ventilador al variar las condiciones de funcionamiento. Nosotros aplicamos estas leyes en el caso de la variación de velocidad de giro del ventilador: El caudal es proporcional a la relación de velocidades:

El caudal es proporcional a la relación de velocidades:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]$$

La presión es proporcional al cuadrado de la relación de velocidades:

$$P_2 = P_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^2$$

La potencia absorbida es proporcional al cubo de la relación de velocidades:

$$N_2 = N_1 \cdot \left[\frac{n_2}{n_1} \right]^3$$

2.2.17 Automatización Industrial.

La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

Automatismo: Conjunto de sensores, actuadores y controladores conectados convenientemente por medio de circuitos y/o buses de comunicación un determinado proceso para que funcione con una mínima intervención humana.

2.2.18 Tecnologías de realización.

- Sensores: Electrónicos.
- Actuadores: Eléctrico, Electromecánico.
- Controladores: Eléctrica, electrónica.
- Circuitos: Electrónico.
- Buses: Electrónica, informática

2.2.19 Componentes de un Sistema Automático.

- **PLC (Controlador Lógico Programable).**- Dispositivo electrónico programable por el usuario destinado a gobernar máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales. Un PLC posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar. (Anexo 3)

- **Clasificación PLC por tipo de formato.**

Compactos: Suelen integrar en el mismo bloque la alimentación, entradas y salidas y/o la CPU. Se expanden conectándose a otros con parecidas características. Ejemplo: S7-200.

Modulares: Están compuestos por módulos o tarjetas conectadas a rack con funciones definidas: CPU, fuente de alimentación, módulos de E/S, etc.... Ejemplo: S7-300 La expansión se realiza mediante conexión entre racks.

- **Lenguajes de Programación:**

Conjunto de instrucciones que ejecuta un dispositivo, con lógica programada, para controlar un proceso determinado.

Partes de una instrucción

ORDEN - OPERANDO.....OPERANDO.

➤ **Lenguaje de Programación:**

Conjunto de símbolos, expresiones literales o combinaciones de ambas, a partir del cual se desarrolla un programa comprensible por el PLC.

➤ **VENTAJAS DE LOS PLC.**

Menor tiempo en elaboración del proyecto.

Posibilidad de introducir modificaciones.

Reducido espacio.

Menos mano de obra en instalación.

Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

Reutilizable.

Confiabilidad.

Economía de mantenimiento.

➤ **Criterios de selección:**

Número de E/S a controlar.

Capacidad de la memoria de programa

Potencia de las instrucciones.

Posibilidad de conexión de periféricos, módulos especiales y comunicaciones.

➤ **Lógica Cableada.**

Diagrama de fuerza.

Son los componentes que se encargan del arranque y protección del sistema como:

Interruptor de Caja Moldeada: Los interruptores de circuito en caja moldeada están diseñados para ofrecer protección a circuito para sistemas de distribución de baja tensión. Protegen los dispositivos conectados contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

Disponibles con características especiales que los hacen adecuados para la protección de circuitos de motores cuando se utilizan en combinación con un dispositivo de protección contra sobrecarga separado.

- **Guardamotor:** Es un interruptor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente al sobre-intensidad transitorio típico de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores.

- **Variador de Velocidad:** Es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos.

Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc. Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

Contactador: Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Relé de Contactos: Dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y

un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

➤ **Diagrama de Control.**

Un diagrama elemental nos permite una comprensión del circuito más fácil y rápido. Los dispositivos o componentes no se muestran en su posición actual, aquí, todos los componentes del circuito de control se presentan de la forma más directa posible entre un par de líneas verticales que representan el control de la fuente de alimentación de fuerza. La colocación de los elementos o componentes está diseñada para mostrar la secuencia de operación de los dispositivos y esto nos ayuda a comprender la forma en que opera el circuito, esta forma de diagrama eléctrico también es llamada diagrama esquemático

2.3 Marco Conceptual.

Calidad de Aire.- La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud.

Monóxido.- También denominado óxido de carbono (II), gas carbonoso y anhídrido carbonoso (los dos últimos cada vez más en desuso), cuya fórmula química es CO, es un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como gas, gasolina, keroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera.

Sótano.- Construcción espacio subterráneo de un edificio, construido entre sus cimientos.

Ventilación.- Se denomina ventilación al acto de mover o dirigir el movimiento del aire para un determinado propósito.

Extraccion.- Remover el aire de un determinado espacio mediante un motor eléctrico.

Ingeniería.- es el conjunto de conocimientos y técnicas, científicas aplicadas al desarrollo, implementación, mantenimiento y perfeccionamiento de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad.

CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA.

3.1 Análisis del Sistema.

Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión.

Remover el monóxido y las partículas contaminantes de tres sótanos.

Cálculo del sistema de extracción e inyección de aire.

Diseñar la automatización del sistema de extracción e inyección de aire.

Diseñar el recorrido de los ductos que se utilizara para la extracción de monóxido.

3.2 Construcción del Sistema.

3.2.1 Sistema Mecánico.

El sistema de extracción de monóxido comprende la extracción con rejillas en piso de 1.2 x 20cm y ductos metálicos colgados debajo de la losa que transportan el aire con monóxido hasta montantes de mampostería que llegan hasta una de red debajo del sótano 3 y captando también desde este piso se llega a la sala de máquinas donde extractores aspiran el monóxido para luego expulsarlo a través de montantes sobre los 2.5 m del primer nivel. Para el ingreso de aire a los diferentes niveles se está considerando unas montantes desde el nivel de vereda por donde ingresa aire fresco, en cada nivel de la montante ventiladores insuflan aire desde la montante al estacionamiento. Se adjunta Planos Mecánicos (Anexo 5, 6 y 7)

3.2.2 Calculo del Sistema Mecánico.

➤ DATOS DE LOS LOCALES

Número de estacionamiento bajo techo = 262

Área del estacionamiento = 9000 m² = 96839 pie²

Volumen del estacionamiento = 27450 m³ = 968986 pie³

➤ CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE

Según el manual de la ASHRAE - Aplicaciones año 2003, capítulo 13 (Parking Garages):

Numero de carros en funcionamiento en la hora pico (N) 30% de 262 = 87

Emisión de **CO** del motor de un carro (E) = 1.544 lb/h.

Determinamos la máxima generación de CO en lb/h. pie² (G)

$G = N E / A_f$.

N = número de carros en funcionamiento = 87

E = emisión de CO por carro = 1.544 lb/h

A_f = área total del estacionamiento = 96839 pie²

Reemplazando:

$G = 87 \times 1.544 / 96839 = 0.00138 \text{ lb/h. pie}^2$

a) Determinamos el factor (F)

$F = 100 G / G_o$

Donde $G_o = 0.00546 \text{ lb/h. pie}^2$

Reemplazando:

$F = 100 \times 0.00138 / 0.00546$

$F = 25.4$

- b) Determinamos el requerimiento mínimo de ventilación por pie², para que el nivel de concentración de CO no exceda de 25 ppm.

$$Q = C.F.T.$$

$$Q = \text{ventilación por pie}^2 \text{ (cfm/ pie}^2\text{)}$$

C = mínima ventilación (cfm/ pie²) = 0.0001363, para que el nivel de concentración de CO no exceda de 25 ppm.

F = Factor

T = tiempo de permanencia del carro en el estacionamiento = 120 seg

Reemplazando:

$$Q = 0.0001363 \times 25.4 \times 120 = 0.4154 \text{ cfm/ pie}^2$$

- c) El caudal de aire mínimo a extraer es de:

$$0.3964 \text{ cfm/ pie}^2 \times 96839 \text{ pie}^2 = 38384 \text{ cfm.}$$

3.2.3 Según el Reglamento Nacional de Edificaciones – Rubro Electromecánico VI.

En ningún caso la renovación de aire será menor a 12 metros cúbicos por hora y por metro cuadrado de superficie total del estacionamiento incluyendo las áreas de circulación.

$$\text{Área} = 9000 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura} = 3.05$$

$$\text{Renovación} = 12 \text{ m}^3/\text{h. m}^2 = 7.1 \text{ cfm/ m}^2$$

$$\text{Caudal de aire} = 9000 \times 7.1 = 63900 \text{ cm.}$$

En ningún caso la renovación de aire será menor a un cambio completo de aire cada 12 minutos.

$$\text{Volumen} = 27,450 \text{ m}^3 = 969,293 \text{ pie}^3$$

$$\text{Caudal} = 969,293 \text{ pie}^3 / 12 = 80,774 \text{ cfm}$$

➤ **Sistema de Filtros de Aire Para la Absorción del Monóxido.**

Con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento del sistema, es necesario instalar en cada una de las tomas de aire, filtros que permitan al aire que ingresa estar libre de partículas u objetos que puedan dañar los equipos instalados. Para el proyecto se ha considerado la instalación de filtros marca Flanders, modelo “FCP Carbon Pleat (Activated carbón absorbers)”.

Son filtros diseñados con carbono activo, con pliegues en forma de V.

Es un filtro medio, que está compuesto de poliéster con una malla fina de carbono activo.

El carbono está térmicamente enlazado con las fibras de poliéster que optimizan su beneficio. En la figura 1.10a se presenta el filtro FCP; este producto brinda dos gamas, la de capacidad estándar y la de capacidad alta. Los filtros de la serie FCP se presentan con carbono activo, para tres tipos de contaminantes [9].

- Remover VOC (compuestos orgánicos volátiles)
- Remover Gases Ácidos
- Remover Gases Alcalinos.
- VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles): Son sustancias que contienen carbono, que se convierten en vapores o gases.

De todos estos nos interesa el primero en mención, el que corresponde a los modelos 201 o 301. Los filtros pueden ser de 24"x24"x2" o 12"x24"x2" nominalmente, pero su dimensión actual es de 23-3/8"x23-3/8"x1-3/4 y 11-3/8"x23-3/8"x1-3/4 respectivamente.

CONCLUSIÓN:

Se ha considerado un caudal de aire a extraer de 80,774 cfm

3.3 Diseño del Sistema Eléctrico.

3.3.1 Operación del Sistema.

El sistema de extracción de monóxido consta de 3 sótanos, dos Extractores Axiales de Flujo Horizontal de 40 HP con 42,000 cfm ubicado en el primer sótano y 24 inyectores que sirven para la renovación de aire localizado en dos montante con cuatro en inyectores en cada mótate asiendo un parcial de 8 inyectores en cada sótano y total de 24 en los tres sótanos siendo controlados por 27 sensores de monóxido DISTECH e iniciando el proceso de extracción de monóxido e inyección de aire fresco para la renovación.

Datos de los equipos:

Capacidad Eléctrica: 380V / 3F / 60Hz

Potencia: 40 HP

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 42,000 CFM (2 unidades)

Datos de los equipos Inyector de Axial:

Capacidad Eléctrica: 220V / 1F / 60Hz

Potencia: 1 HP

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 3000 CFM (16 unidades)

Datos de los equipos Inyector de Axial:

Capacidad Eléctrica: 220V / 1F / 60Hz

Potencia: 1.5 HP

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 4500 CFM (8 unidades)

Sensor de monóxido:

Dispositivos proporcionan mediciones de precisión de CO en un espacio o un conducto.

Datos del equipo:

Capacidad Eléctrica: 24V / 1F / 60Hz

Mide: 25 ppm

Marca: Distech

Calculo de Dispositivos de Eléctricos.

Para el cálculo de los dispositivos de protección de los motores se debe calcular la corriente de con los datos de placa del cada motor.

Datos de los equipos:

Capacidad Eléctrica: 380V / 3F / 60Hz

Potencia: 40 HP = 31,332 KW

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 42,000 CFM (2 unidades)

Corriente:

$$I_p = P / 1.73 V.n. \text{COS } 0$$

$$I = (31,332 \text{ KW}) / (380V \times 0.87 \times 1.73 \text{coso})$$

$$I(n) = 65.4 \text{ A}$$

$$I(d) = I(n) \times 1.25$$

$$I(d) = 85.59$$

Dispositivo Termo-magnético Trifásico de Caja moldeada de 100 Amperios.

Variador de Velocidad de 50 HP.

Cable Eléctrico NH-80 25 mm²

Selector de 4 vías 2 NC y 2 NA.

Datos de los equipos Inyector de Axial:

Capacidad Eléctrica: 220V / 1F / 60Hz

Potencia: 1 HP = 746 W

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 3000 CFM (16 unidades)

Corriente:

$$I = (746\text{KW}) / (220\text{V})$$

$$I(n) = 3.39 \text{ A}$$

$$I(d) = I(n) \times 1.25$$

$$I(d) = 4.2$$

Dispositivo de protección guarda-motor de 4 a 6 Amperios.

Contactador de 9 amperios para control.

Cable Eléctrico NH-80 4 mm².

Selector de 4 vías 2 NC y 2 NA.

Datos de los equipos Inyector de Axial:

Capacidad Eléctrica: 220V / 1F / 60Hz

Potencia: 1.5 HP = 1,119W

Eficiencia (n): 0.87

Caudal: 4500 CFM (8 unidades)

Corriente:

$$I = (1,119\text{KW}) / (220\text{V})$$

$$I(n) = 5.08 \text{ A}$$

$$I(d) = I(n) \times 1.25$$

$$I(d) = 6.35$$

Dispositivo de protección guarda-motor de 6 a 10 Amperios.

Contactador de 9 amperios para control.

Cable Eléctrico NH-80 4 mm².

Selector de 4 vías 2 NC y 2 NA.

3.3.4 Lógica de Funcionamiento.

A.- al inicio del funcionamiento del sistema operara de la siguiente manera una concentración mayor a lo establecido.

- Cada uno de los extractores es1-1 y es1-2 funcionaran al 50% del caudal total.
- Sótano 1: funcionaran 4 ventiladores axiales (2 por montante).
- Sótano 2: funcionaran 4 ventiladores axiales (2 por montante).
- Sótano 3: funcionaran 4 ventiladores axiales (2 por montante).

B.- cuando los detectores de monóxido de carbono de otro sótano detectan una concentración mayor a lo establecido.

- Los extractores es1-1 y es1-2 funcionaran al 75% del caudal total.
- Sótano 1: funcionaran 6 ventiladores axiales (3 por montante).
- Sótano 2: funcionaran 6 ventiladores axiales (3 por montante).
- Sótano 3: funcionaran 6 ventiladores axiales (3 por montante).

C.- cuando los detectores de monóxido de carbono del sótano restante detectan una concentración mayor a lo establecido:

- los extractores es1-1 y es1-2 funcionaran al 100% del caudal total.
- Sótano 1: funcionaran 8 ventiladores axiales (4 por montante).
- Sótano 2: funcionaran 8 ventiladores axiales (4 por montante).
- Sótano 3: funcionaran 8 ventiladores axiales (4 por montante).

Anexo 10.

3.3.5 Diagrama Pictórico del funcionamiento (Anexo 11)

3.3.6 Diagrama de Control del PLC (Anexo 12,13 ,14)

3.4 Revisión y consolidación de Resultados.

Al concluir con los trabajos mecánicos, eléctricos y civiles del proyecto de observo los siguiente resultados.

El funcionamiento lógico del sistema de se realiza correctamente siendo el sensor de monóxido un indicador para la regulación de la renovación de aire.

La medición de caudales en las rejillas de los sótanos arrojan una medición aceptable en lo sótanos 2 y 3 siendo el primero el más afectado arrojando un 50 % del caudal de extracción en cada rejilla.

Para llegar a los datos diseñados de extracción del primer sótano de debió balancear las rejillas del sótano 2 y 3 colocando rejillas con damper de regulación, ya que contaba en un inicio con rejillas de fierro en piso sin Dampers de regulación.

La programación del tiempo de encendido de los motores no se encontraba definido y estos se prendían y apagaban constantemente, para lo cual se corrigió y se dejó prendido durante 12 minutos y se pueda realizar la renovación de aire prolongado cuidando los motores y facilitando recirculación de aire en los sotanos.

CONCLUSIONES.

Primera: La instalación de la programación benéfica en forma eficiente a la extracción de monóxido.

Segundo: La extracción de monóxido genera bajas emisiones de CO₂ en lo sótanos y esta normado por la OMS y la norma técnica de edificaciones.

Tercero: Es viable en un futuro porque el mantenimiento es mínimo, el consumo de corriente eléctrica es bajo ya que cuenta con un funcionamiento automático por medio de su variador de velocidad.

Cuarta: Es un diseño que genere beneficios a la universidad a largo plazo en el aspecto económico.

Quinta: La instalación no demanda de mucho personal en su ejecución en temas de costo ya que cuenta con un sistema práctico en la instalación.

RECOMENDACIONES

Primera: Se debe realizar una inspección general detallada del diseño civil de los montantes de mampostería.

Segundo: Debe contar el sistema con rejillas con damper manual para regular el flujo de extracción de aire.

Tercero: Se debe definir el tiempo de funcionamiento de los equipos ya que pueden sobre calentarse o tener fallas eléctricas.

Cuarto: Se debe contar con una batería externa para los sensores del monóxido ya que puede presentar pérdidas de tensión y el sistema no funcionaría.

BIBLIOGRAFIA

- Carrier (2009) Manual de aire acondicionado.
- Constructora Villacreces Andrade, Documentación entregada para el diseño del proyecto “ELIT CENTRO DE NEGOCIOS”, Agosto 2012.
- ASHRAE. HVAC Applications, *Enclosed vehicular facilities*. Edición 2007.
- Manuel Vicente. *Análisis y solución del problema de estacionamiento en el centro de las ciudades*. Madrid, 1983.
- Wikipedia, la enciclopedia libre. Ventilador. Recuperado Enero 26, 2013 de <<http://es.wikipedia.org/wiki/Ventilador>>, 2013.
- Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires, Ventiladores. Recuperado Enero 29 del 2013, <http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_VENTILADORES>,2013
- EPA. Volatile Organic Compounds. Recuperado Febrero, 2013 de <<http://www.epa.gov/iaq/voc.html>>, 2013.
- ASHRAE. Principles of heating ventilating and air-conditioning, *Duct Design*. Edición 2005.

ANEXOS

ANEXO 1

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)
Talleres de decapado	5-15
Tintorerías	10-20
Locales de pintura a pistola	20-50
Garajes: - pequeños	10-15
Hospitales - Grupo de quirófanos	5-12
Cocinas: - Cocinas de tamaño medio : H = 3 a 4 m H = 4 a 6 m - Cocinas grandes	20-30 15-20
Laboratorios - Aspiración de digestores	8-15 200-400
Salas de medición y de	8-15
Naves de montaje	4-10
Lavanderías - Sala de lavado - Sala de planchado	15-20 10-15
Talleres en general	3-8
Taller de barnizado	10-20

ANEXO 2



Pala libre.



Mural.



Tubular.

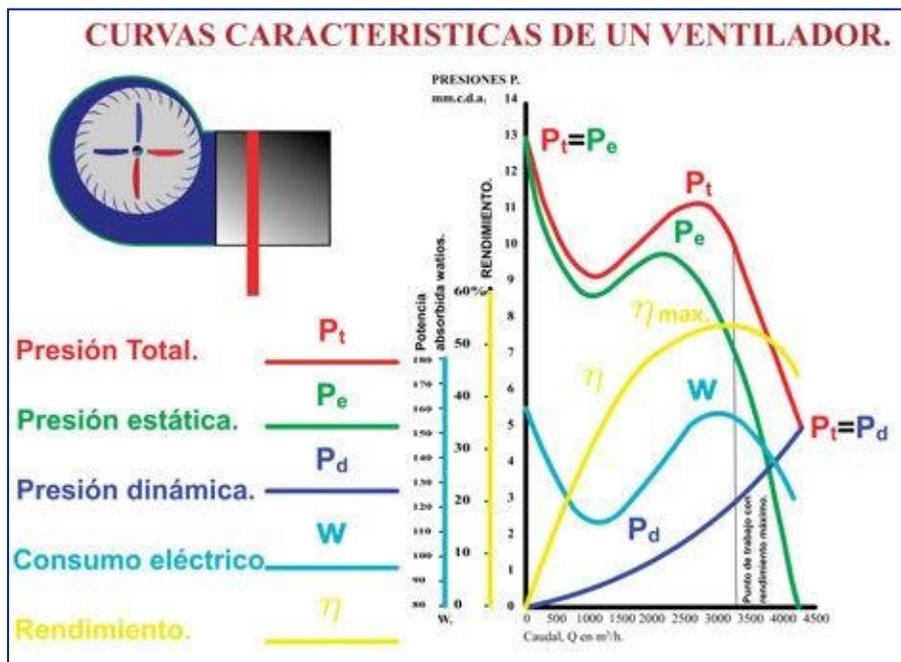
ANEXO 3



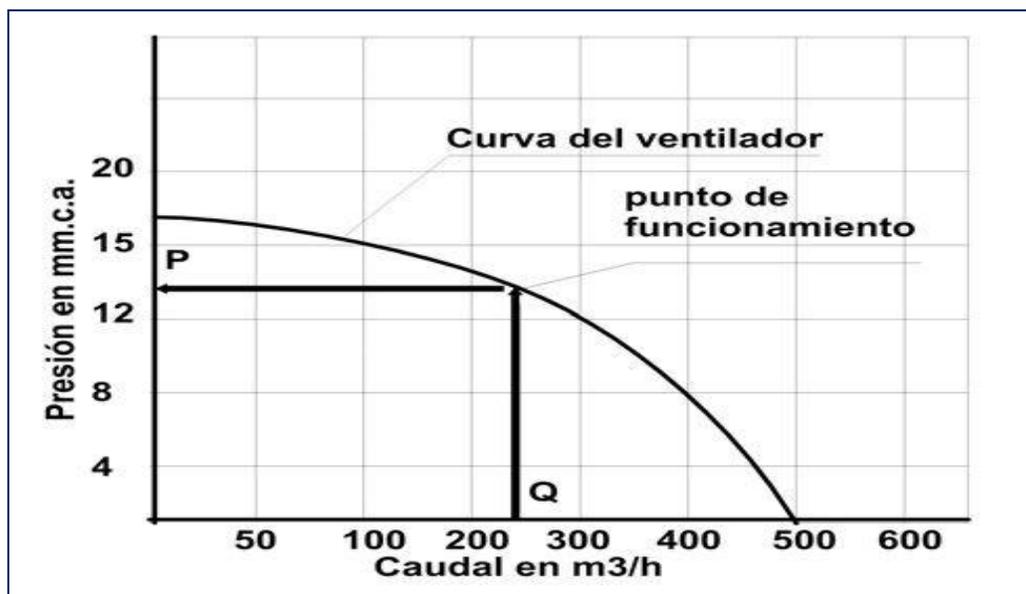
ANEXO 4



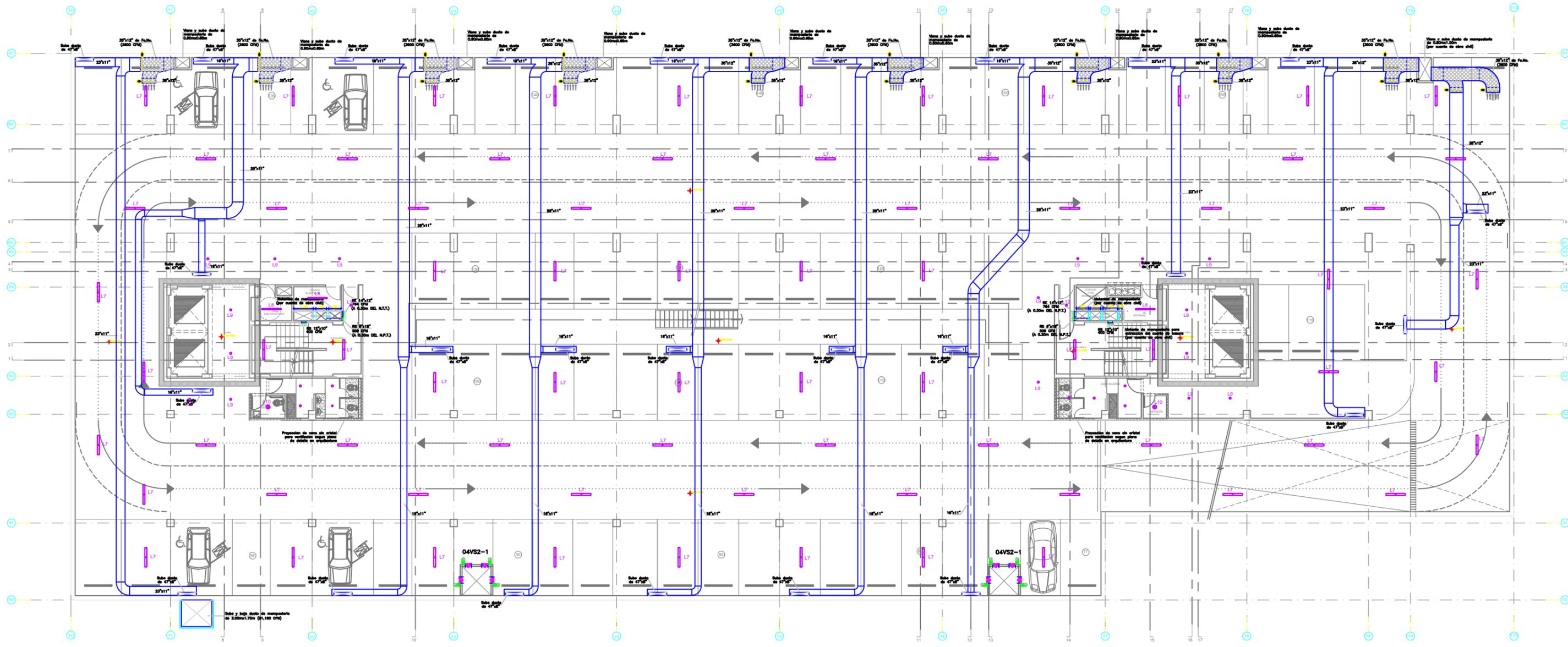
ANEXO 5



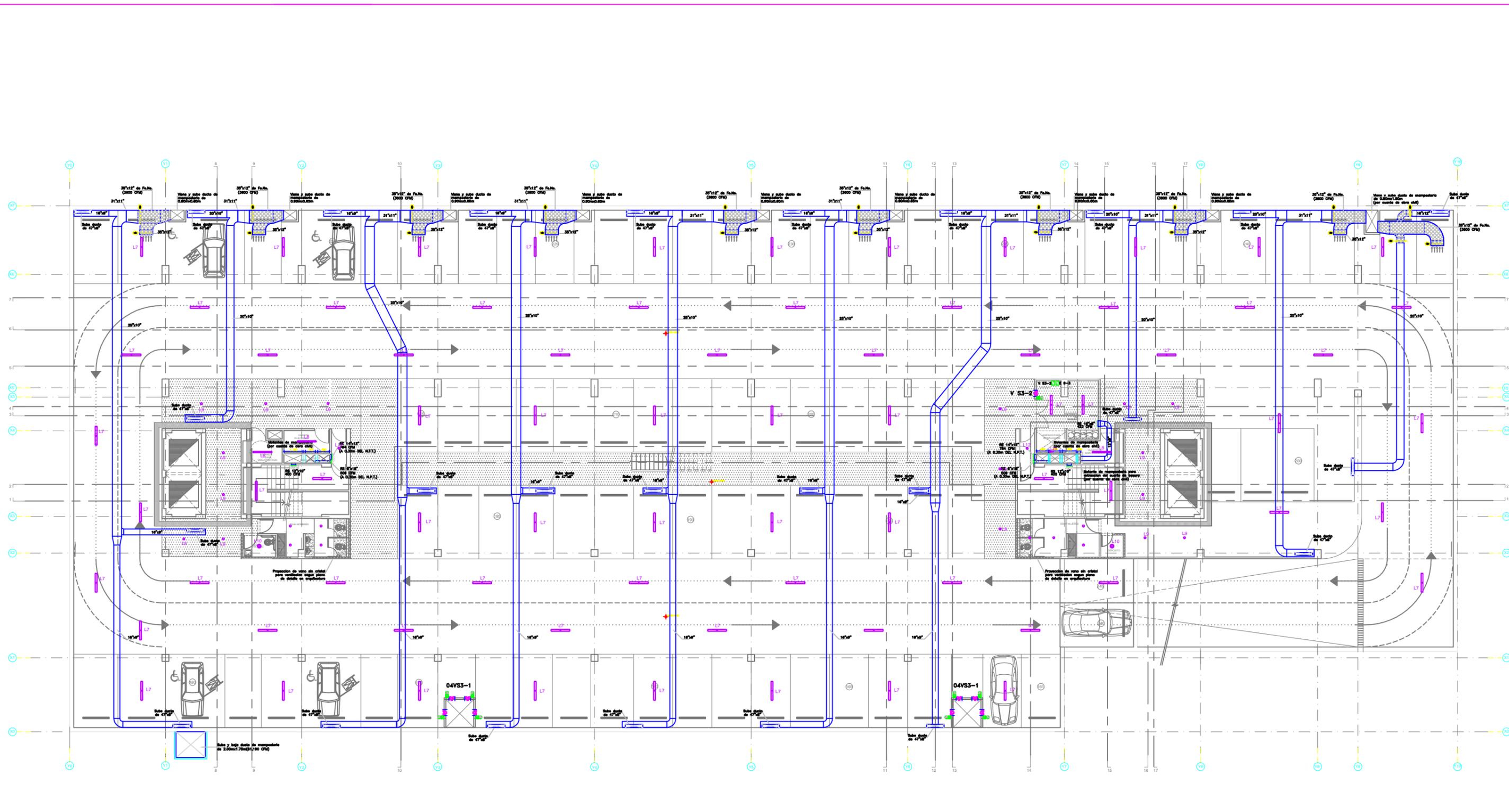
ANEXO 6



ANEXO PLANOS

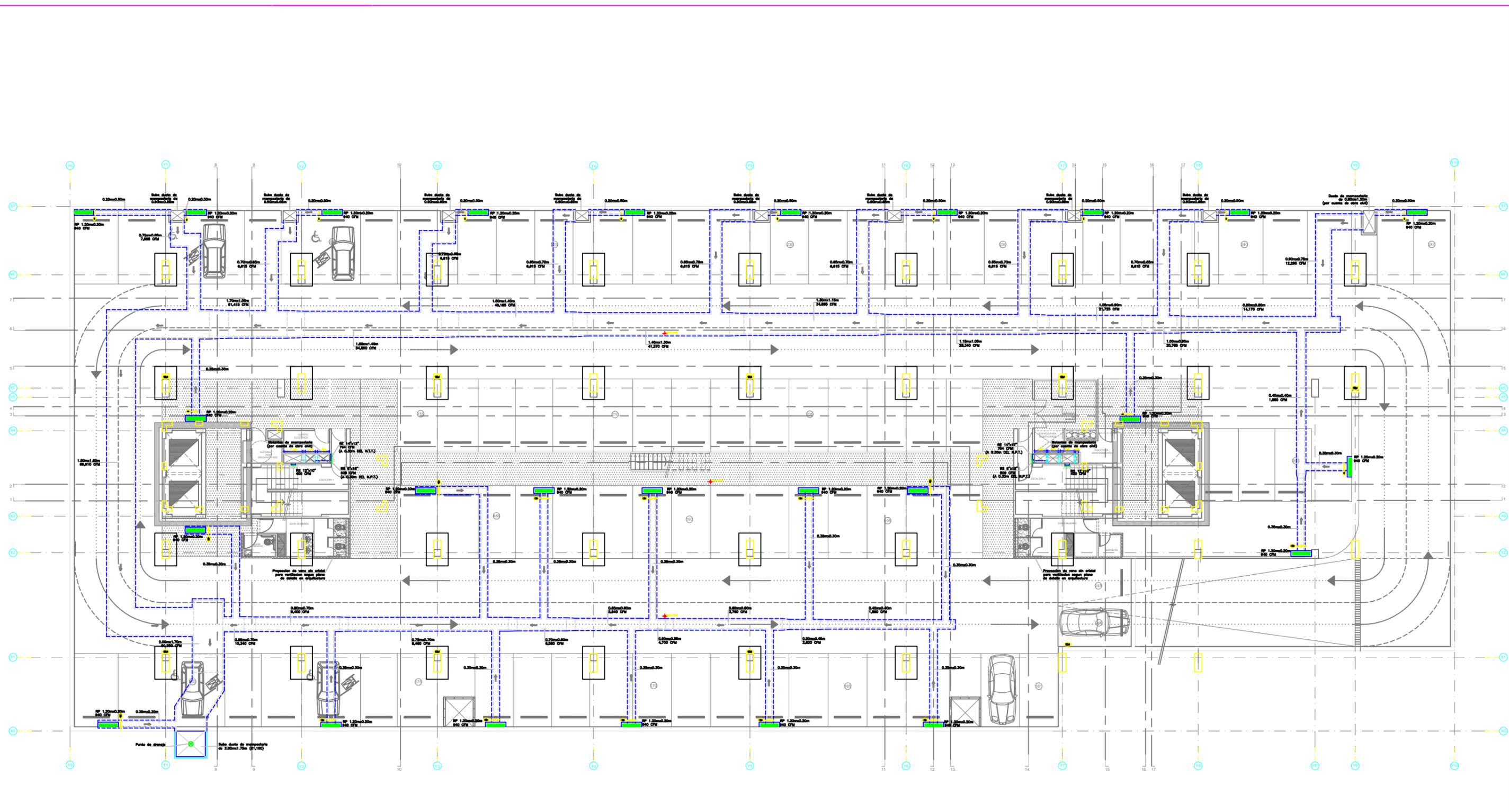


DANIEL GUTIERREZ CASTILLO			
C.A.P. 18114		TEL: 051-473-425-8272	
PROYECTO: EDIFICIO DE AULAS + ESTACIONAMIENTOS			
PLANO: SISTEMA DE EXTRACCION DE MONOXIDO			
SEGUNDO SOTANO - DUCTOS COLGADOS DEL TECHO			
PROYECTISTA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
ING. LUIGI HUERTA	ING. ROSMERY HULLICA	ING. D.G.C.	1/75
			MAYO 2014

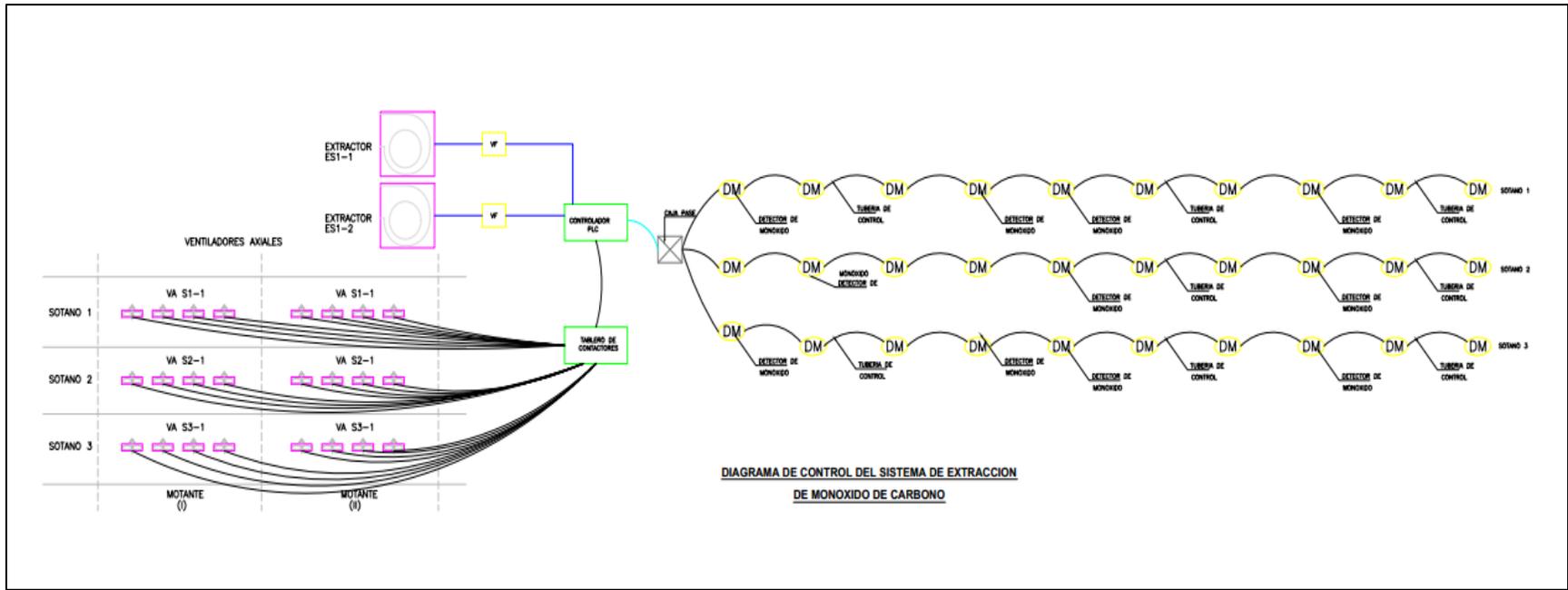


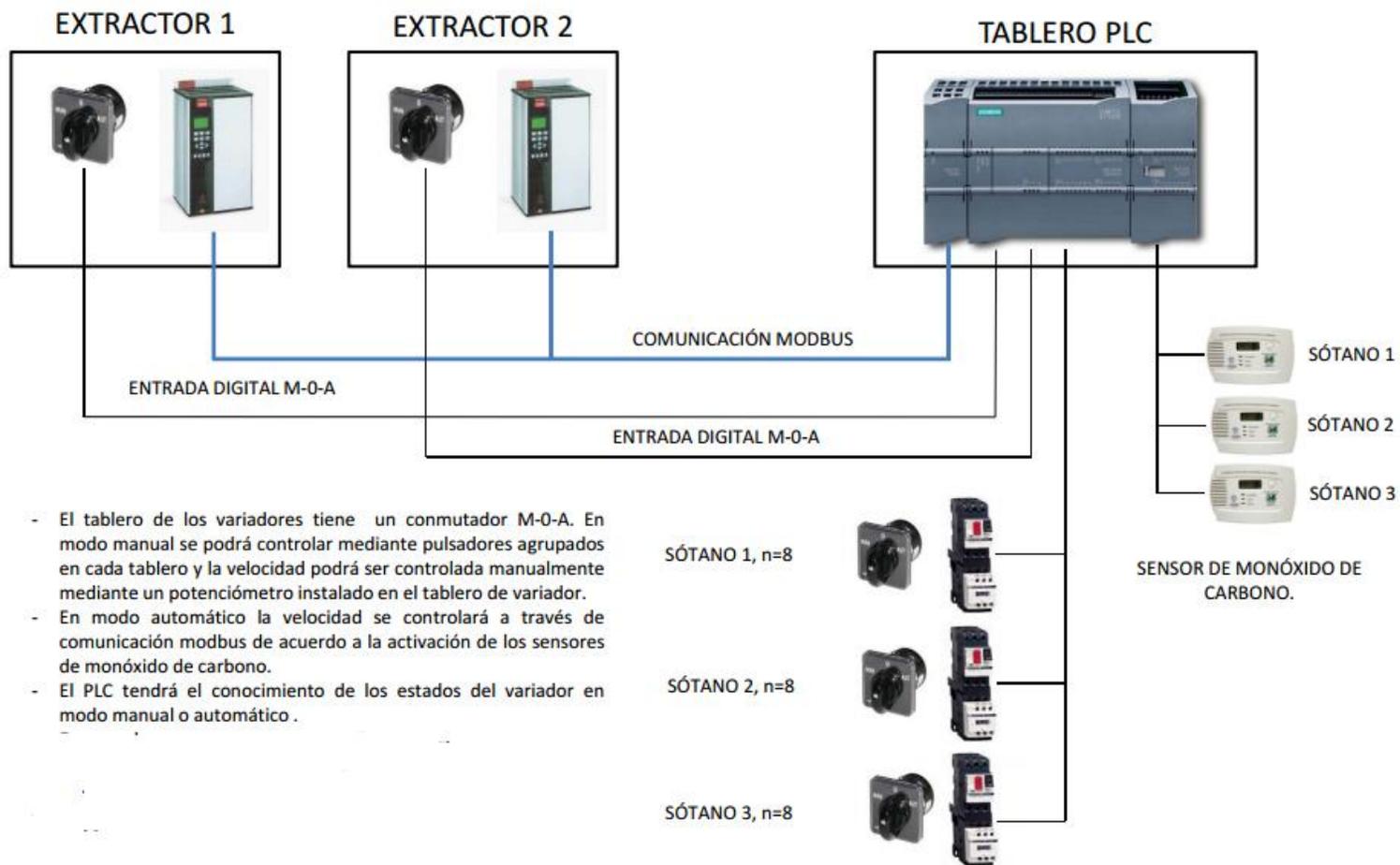
DANIEL GUTIERREZ CASTILLO	
C.I.P. 18114	C.O.P. 10000
EDIFICIO DE AULAS + ESTACIONAMIENTOS SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO TERCER BOTANO - DUCTOS COLGADOS DEL TECHO	
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU	
Ing. LUGI HUERTA	Ing. ROSMERY HUALLA
PROYECTO	MAYO 2014

IM-02



DANIEL GUTIERREZ CASTILLO	
PROYECTO	
EDIFICIO DE AULAS + ESTACIONAMIENTOS	
SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MONÓXIDO	
TERCER SOTANO - REJILLAS EN PISO	
CLIENTE	IM-01
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU	
ING. LUIS HUERTA	ING. ROSMERY HUILLCA
1/75	MAYO 2014

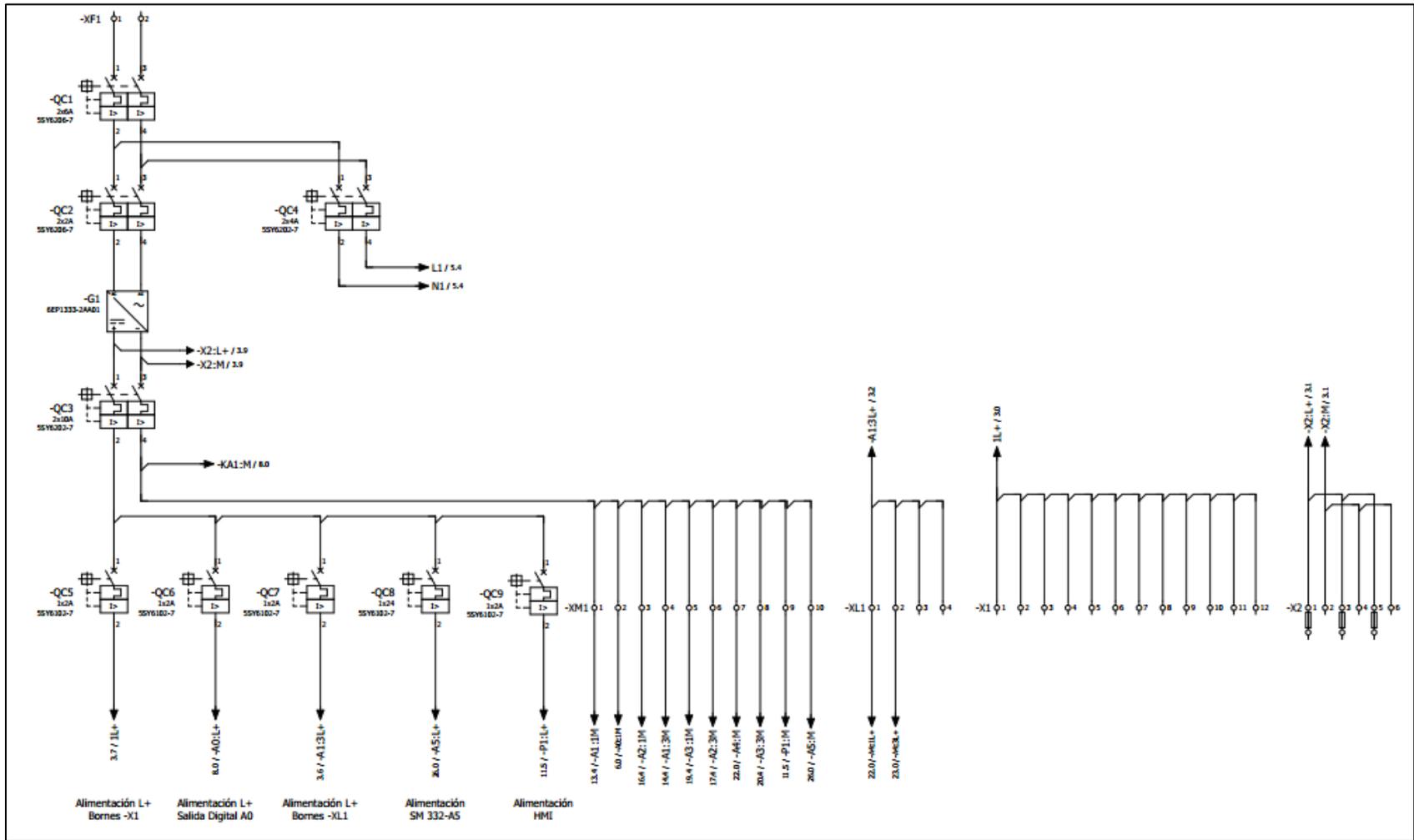




- El tablero de los variadores tiene un conmutador M-0-A. En modo manual se podrá controlar mediante pulsadores agrupados en cada tablero y la velocidad podrá ser controlada manualmente mediante un potenciómetro instalado en el tablero de variador.
- En modo automático la velocidad se controlará a través de comunicación modbus de acuerdo a la activación de los sensores de monóxido de carbono.
- El PLC tendrá el conocimiento de los estados del variador en modo manual o automático.

Indice de páginas

Nº de Página	Descripción de plano	Nombre de Tablero	Código de Plano	Revisión	Responsable de Revisión	Responsable de diseño	Numero de diseño
TC-Cantabla/1	Cantabla	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200, SISTEMA DE EXTRACCION CO2	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	TEC-HVAC
TC-Indice/2	Indice de páginas	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200, EXTACCION DE CO2	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/3	Circuito de alimentación 24Vdc	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/4	Resumen de señales SIMATIC S7-1200, CPU 1214C	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/5	Alimentación CPU-1214C, CH 1243-5	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/6	Señales SIMATIC S7-1200, CPU 1214C	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/7	Señales SIMATIC S7-1200, CPU 1214C	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/8	Señales SIMATIC S7-1200, CPU 1214C	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/9	Señales SIMATIC S7-1200, CPU 1214C	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/10	Alimentación HMI	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/11	Alimentación HMI y Salidas relés encapsulados	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/12	Módulo de Entrada Digital A1.1	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/13	Módulo de Entrada Digital A1.1	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/14	Módulo de Entrada Digital A1.1	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/15	Módulo de Entrada Digital A1.2	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/16	Módulo de Entrada Digital A1.2	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/17	Módulo de Entrada Digital A1.2	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/18	Módulo de Entrada Digital A1.3	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/19	Módulo de Entrada Digital A1.3	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/20	Módulo de Entrada Digital A1.3	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/21	Módulo de Salida Digital A2.0	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/22	Módulo de Salida Digital A2.0	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/23	Módulo de Salida Digital A2.0	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/24	Módulo de Salida Digital A2.0	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/25	Módulo de salida analógica A1.3	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC
TC+TCI/26	Módulo de salida analógica A1.3	TABLERO DE CONTROL PLC S7-1200	PI-402_E01	A02	H.DONAYRE	M. MELGAR	PLC



-A0
 /A.0
 /A.0
 /A.0
 /A.0
 Rack 1
 Slot 2

