

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS  
DE EMERGENCIA PARA LA EVACUACION DE USUARIOS DEL  
EDIFICIO TORRE DEL PARQUE EN SAN ISIDRO-LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

ORÉ ARRIOLA, WALTER ROMMEL

**Villa El Salvador  
2019**

## **DEDICATORIA**

Con la gratitud más grande y el cariño más sincero dedico esta tesina a mis padres, que con su constante sacrificio y apoyo incondicional lograron forjar mi profesión de la que estoy eternamente agradecida.

A mis hermanos por su apoyo moral y porque siempre estuvieron presentes en cada etapa de mi formación.

A mi novia, que me brindó su apoyo incondicional dándome fuerzas en esta etapa de desarrollo profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mis padres: Rubén Walter Oré Méndez y Viviana Arriola Salcedo, por ser la razón por la cual me encuentro realizando el presente trabajo, por los valores y principios que me han inculcado a lo largo del camino que he venido realizando.

Agradezco al Ing. Henry Plasencia Saavedra por su apoyo que, en su experiencia y profesionalismo, sirvieron como guía para desarrollar el presente trabajo de investigación.

# INDICE

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.....	8
1.2 Justificación del Problema.....	9
1.3 Delimitación del Proyecto.....	10
1.3.1 Teórica.....	10
1.3.2 Temporal.....	10
1.3.3 Espacial.....	10
1.4 Formulación del Problema.....	11
1.4.1 Problema General.....	11
1.4.2 Problemas Específicos.....	11
1.5 Objetivos.....	11
1.5.1 Objetivo General.....	11
1.5.2 Objetivos Específicos.....	11

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.3 Definición de términos básicos.....	22

## CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Descripción del sistema de presurización a implementar.....	24
3.2 Documentación a presentar previa a la instalación.....	27
3.3 Procedimiento de fabricación e instalación de ductos.....	28

<b>3.3.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de fabricación e instalación de ductos .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.2 Consideraciones para la instalación de ductos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.3 Instalación de ductos de plancha galvanizada del sistema de presurización de escaleras.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3.4 Liberación de instalación de ductos por medio de protocolos de calidad.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Procedimiento de Instalación de equipos de presurización de escaleras.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de instalación de equipos de presurización de escaleras.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2 Consideraciones para la instalación de equipos de presurización de escaleras.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.3 Instalación de los equipos del sistema de presurización de escaleras .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4 Liberación de instalación de equipos por medio de protocolos de calidad.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 Procedimiento de puesta en marcha del sistema de presurización de escaleras.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de puesta en marcha del sistema de presurización de escaleras.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.2 Consideraciones para la puesta en marcha del sistema de presurización de escaleras.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.3 Liberación de puesta en marcha de equipos por medio de protocolos de calidad.....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 01 – Filtro de aluminio .....</i>	23
<i>Figura 02 – Detalle de colgadores.....</i>	23
<i>Figura 03 – Tabla de espesor de ductos.....</i>	28
<i>Figura 04 – Detalle de instalación de ductos de hasta 20”.....</i>	29
<i>Figura 05 – Detalle de instalación de ductos mayores de 20”.....</i>	29
<i>Figura 06 – Detalle de instalación de malla antipájaro .....</i>	30
<i>Figura 07 – Detalle de instalación de correas metálicas.....</i>	30
<i>Figura 08 – Detalle de instalación de juntas flexibles.....</i>	31
<i>Figura 09 – Detalle de instalación de Equipo de presurización de Escaleras....</i>	34
<i>Figura 10 – Instalación de rejillas de suministro.....</i>	35
<i>Figura 11 – Base de concreto para equipos en Sótanos.....</i>	36
<i>Figura 12 – Base de concreto para equipos en Azotea.....</i>	36
<i>Figura 13 – Detalle de instalación de unidad de ventilación en losa.....</i>	37
<i>Figura 14 – Detalle de la unidad del sistema de presurización de escaleras.....</i>	37
<i>Figura 15 – Valores obtenidos en pruebas de presión 0.06 pulg/Ca.....</i>	42
<i>Figura 16 – Valores obtenidos en pruebas de presión 0.05 pulg/Ca.....</i>	43

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional lleva por título “Instalación del sistema de presurización de escaleras de emergencia para la evacuación de usuarios del edificio torre del parque en San Isidro-Lima” para optar el título de Ingeniero Mecánico Eléctrico; presentado por el alumno Walter Oré Arriola.

Cuando en el diseño de un edificio se toman en cuenta algunas medidas preventivas los efectos de los incendios son mucho menores, esto implica medidas desde elementos estructurales hasta los materiales utilizados como decoración o acabados. Durante un incendio, se generan gran cantidad de productos de combustión: radiación, humos, gases tóxicos, llamas, los cuales pueden difundirse tanto horizontal como verticalmente, a través del edificio, aumentando los efectos del incendio y causando muertes por incendio.

La presurización en una escalera, es básicamente la inyección mecánica de aire exterior a la caja de escaleras o al núcleo de circulación vertical, según corresponda, lo cual genera una presión positiva, que impide el ingreso de los productos de combustión dentro de las vías de escape, lo cual ayuda al momento de realizar una evacuación ya que evita o disminuye la propagación vertical del incendio.

La estructura que se ha seguido en el presente trabajo se compone de 3 capítulos. El primer capítulo corresponde al planteamiento del problema, el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del trabajo.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

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

Durante un incendio, se generan grandes cantidades de humos y gases tóxicos, que pueden esparcirse horizontal y verticalmente a través del edificio, aumentando los efectos del fuego y causando 75 % de las muertes por este tipo de incidentes. (SEMICYUC, 2018).

La intoxicación por humo es la principal causa de mortalidad en los incendios. El 80% de las muertes son debidas al humo y a quemaduras en la vía aérea y no a las quemaduras corporales. A la vez, la inhalación de humo de incendios representa la principal causa de intoxicación por cianuro en los países desarrollados y causa varios miles de muertos cada año. Los incendios en lugares públicos o en domicilios privados constituyen un hecho habitual que, en ocasiones, adquiere características de drama y que comportan una importante mortalidad.

Podemos decir que, si se presenta un incendio dentro de un edificio de oficinas, donde existe un gran número de personas laborando, las consecuencias son fatales, irremediables e incluso mortales. En el mayor de los casos por que no existe un sistema de evacuación eficaz, por donde las personas puedan salir rápidamente de forma segura disminuyendo la probabilidad de quedar atrapadas en el incendio. (Gómez, A., 2018)

El edificio Torre del Parque ubicado en el Distrito de San Isidro es un edificio comercial de 3000 m<sup>2</sup> que albergará un gran número de personas en su interior, cuenta con 10 pisos, cuatro niveles de sótanos. El cual dentro de su funcionamiento necesita contar con un sistema de evacuación segura ante un incendio.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La importancia de la instalación de un sistema de presurización de escaleras en un edificio comercial como Torre del Parque radica esencialmente en su principio de funcionamiento dado que es un sistema que crea en los vestíbulos previos y escaleras de emergencia una vía de evacuación libre de humo, gases y fuego a través de inyección de aire de un ventilador de gran caudal, de este modo las personas podrán escapar del edificio hacia la calle o exterior. Este sistema evita que las personas queden asfixiadas por el humo intenso mediante el escape por las escaleras presurizadas y libres del humo toxico.

Ahora, imaginemos un edificio de oficinas de 10 pisos y lamentablemente se produce un incendio en una oficina del 3er piso el cual se extiende rápidamente a las oficinas aledañas y contamina de humo los pasadizos, ascensores y escaleras. Los empleados de los demás pisos al escuchar la alarma de incendio no podrán usar los ascensores por medida de seguridad y les queda como única salida las escaleras de emergencia el cual está lleno de humo; imagina bajar los 10 pisos llenos de humo ¿se podrá? Esto se podría evitar con el sistema de presurización de escaleras ya que podrás bajar libremente y evacuar hacia la calle.

La construcción y puesta en funcionamiento de un nuevo edificio implica cumplir con las normas de edificación Nacional dada, que exige su implementación para edificios de oficinas, comerciales o públicos, por dos puntos importante: seguridad de las personas y seguridad de la infraestructura del edificio.

## **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Teórico**

El presente trabajo de suficiencia profesional esta basado en las especificaciones técnicas del proyecto, el cual ha sido entregado al área de operaciones para su ejecución. Las especificaciones técnicas están basadas las siguientes normas:

- Norma UNE-EN 12101-6-2006-Sistemas para el control de humo y de calor-Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. (Norma UNE, 2006).
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) A.010 - Condiciones Generales de Diseño Capítulo VI. (Norma RNE A.010)
- Reglamento Nacional de Edificaciones A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV. (Norma RNE A.130)
- SMACNA 2005 3rd Ed. HVAC Duct Construction Standards. (SMACNA, 2005).

### **1.3.2 Temporal**

El proyecto se llevó a cabo en el periodo del 10 de octubre del 2017 al 09 de noviembre del mismo año.

### **1.3.3 Espacial**

El presente proyecto se desarrolla en el Edificio Torre del Parque, ubicado en el cruce de la Calle Andrés Reyes y la Calle Las Begonias - Distrito de San Isidro.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 Problema General**

- ¿Cómo instalar un sistema de presurización de escaleras de emergencia para la evacuación de usuarios del edificio Torre del Parque en San Isidro - Lima?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

- ¿Qué verificación realizar en los equipos y componentes del sistema de presurización antes y después de la instalación en las escaleras de emergencia?
- ¿Qué pruebas realizar después de la instalación del sistema de presurización de las escaleras de emergencia del edificio Torre del Parque?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Instalar un sistema de presurización de escaleras para la evacuación de usuarios del edificio Torre del Parque en San isidro-Lima.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Verificar la operatividad de los equipos y componentes del sistema de presurización antes y después de la instalación en las escaleras de emergencia.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de presurización de las escaleras de emergencia en el edificio Torre del Parque.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES**

**2.1.1** Laura Arenas Moreno (2013). Realizó la tesis “Diseño del sistema de ventilación y protección contra incendios de un aparcamiento subterráneo”, en la universidad Carlos III de Madrid. En el que se resume:

El diseño de una instalación completa de ventilación de un aparcamiento subterráneo y el diseño del sistema de protección contra incendios para garantizar la correcta evacuación de los usuarios en caso de peligro.

En cada uno de los capítulos que componen el documento se desarrollan los métodos de cálculo y las soluciones adoptadas para el dimensionado de las diferentes instalaciones, teniendo en cuenta en todo momento el cumplimiento de la normativa vigente, y poniendo especial énfasis en el Código técnico de la Edificación. Se ha estudiado la repercusión de la posible ejecución de la obra sobre el entorno, llevando a cabo un estudio de impacto acústico; y también la repercusión sobre el bienestar de los trabajadores y prevenir el riesgo de accidente, mediante un estudio de seguridad y salud.

Por último, se ha procedido a la selección de los diversos equipos y materiales que integran el proyecto en función de parámetros de cálculo, calidad y coste, y se han detallado las instalaciones diseñadas en los planos.

**2.1.2** Nathalie Alejandra Astorga Izquierdo (2009). realizó la tesis “Criterios de diseño de la zona vertical de seguridad contra incendios para edificios en altura”, en la Universidad de Chile. en el que se concluye:

Que, si bien existe una exigencia respecto al diseño de las zonas verticales de seguridad, no se cuenta con un documento técnico que especifique una metodología para construir sistemas de control de humo, como presurización.

Se analizaron diversas formas de controlar el movimiento de humo en el interior de un edificio, con lo cual se ha llegado a la conclusión que es de vital importancia que los sistemas presentados sean debidamente estudiados y aplicados correctamente para hacer efectiva su acción frente a un incendio.

Los criterios de diseño presentados en este trabajo pueden ser muy útiles para desarrollar las bases de un sistema de evacuación vertical bien aplicado, pero si lugar a dudas debe ser analizado cada caso de manera particular.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Norma NFPA**

La norma NFPA (National Fire Protection Association), es una organización internacional encargada de mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio. (NFPA en Español, 2019).

### **2.2.2 Norma RNE**

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) tiene por objetivo normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilidades Urbanas y las Edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los Planes Urbanos.

Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación. (RNE G.010)

### **2.2.3 Sistemas HVAC**

Los sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) pueden suministrar aire a la zona de incendio, y contribuir a la combustión, o transportar el humo a otras zonas no afectadas por el fuego, por lo que en situación de incendio a menudo se desactivan. Sin embargo, estos sistemas se pueden modificar de modo que permitan ayudar a limitar la propagación de humos, o cabe la posibilidad de combinarlos con sistemas de suministro y/o extracción de aire por presión diferencial.

### **2.2.4 Sistemas presurización diferencial**

Los sistemas de presión diferencial permiten mantener condiciones soportables en los espacios protegidos como, por ejemplo, vías de escape, vías de acceso de bomberos, puestos de control contra incendios, vestíbulos, escaleras y otras áreas que deban mantenerse libres de humos. Esta norma proporciona información sobre los procedimientos de seguridad para las personas, lucha contra incendios y protección de bienes, en todo tipo de edificios. Para ello, es necesario determinar, no sólo por dónde se ha de introducir, en un edificio, el aire exterior para presurización, sino también las aberturas del mismo destinadas a evacuación de dicho aire y de humo, y los recorridos a seguir por éste en el proceso. Análogas consideraciones son aplicables en el diseño de sistemas de despresurización: ruta de extracción del aire, entradas de aire de renovación, y vías a recorrer por el mismo. (Norma UNE, 2006).

## **2.2.5 Clasificación de las escaleras**

Para la elaboración del presente capítulo, el punto 2.2.5 se ha tomado como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones A.010, indica:

### **A. Integradas:**

Son aquellas que no están aisladas de las circulaciones horizontales y cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de tránsito de las personas entre pisos de manera fluida y visible.

### **B. De evacuación:**

Son aquellas a prueba de fuego y humos, sirven para la evacuación de las personas y acceso del personal de respuesta a emergencias. Estas escaleras deberán cumplir los siguientes requisitos:

Toda escalera de evacuación, deberá ser ubicada de manera tal que permita a los usuarios en caso de emergencia, salir del edificio en forma rápida y segura.

Deben ser continuas del primer al último piso en sentido vertical y/o horizontal. Por lo menos el 50 % de estas tendrán que mantener la continuidad hasta la azotea, si la hubiera. A excepción de edificios residenciales, donde el acceso a la azotea podrá ser mediante una escalera del tipo gato y en otros usos donde se cuente con varias escaleras al menos una de estas estará obligada a llegar a la azotea.

Deberán ser construidas de material incombustible.

En el interior de la caja de escalera no deberán existir obstáculos, materiales combustibles, ductos o aperturas.

Los pases desde el interior de la caja hacia el exterior deberán contar con protección cortafuego (sellador). La escalera de evacuación no deberá tener otras aberturas que las puertas de acceso.

Según las condiciones de edificación pueden ser:

**A. Con vestíbulo previo ventilado**

Únicamente para edificaciones residenciales, los equipos para la inyección y extracción de aire deberán ubicarse en cada nivel de la escalera, no es permitida la instalación de equipos centralizados (un solo ventilador o extractor para toda la escalera).

**B. Presurizadas:**

Sus características son las siguientes: Contarán con un sistema mecánico que inyecte aire a presión dentro de la caja de la escalera siguiendo los parámetros establecidos en la Norma A.130. Deben estar cerradas al exterior.

Este tipo de escaleras no están permitidas en edificaciones residenciales.

**2.2.6 Causas del movimiento de humos en un incendio**

Para el capítulo 2.2.6 se ha tomado como referencia la norma UNE-EN 12101-6-2006-Sistemas para el control de humo y de calor-Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión Pág. 8-9, indica:

**A) Fuerza ascensional de los gases calientes en la planta del incendio.** En la zona de incendio, el humo generado por el incendio experimenta una fuerza ascensional debido a su reducida densidad. En un edificio, esto puede provocar que el humo ascienda por las plantas, si encuentra resquicios que permitan la fuga del mismo de una planta a otra superior. Esta fuerza ascensional puede provocar, además, la propagación y fuga del humo a través de resquicios en los cerramientos verticales entre locales, por ejemplo, puertas, paredes y tabiques. Por

lo general, la diferencia de presión hace que el humo y los gases calientes salgan por los resquicios de la parte superior de las puertas, y que el aire fresco entre por la parte baja de las mismas.

**B) Expansión térmica de los gases calientes en la zona de incendio.**

La expansión de los gases producida por el fuego puede provocar un aumento de presión, acompañado de un flujo de gases calientes fuera del local. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las fuerzas de expansión iniciales se disipan rápidamente, por lo que pueden ser obviadas.

**C) Efecto chimenea en el edificio.**

En condiciones ambientales frías, el aire en un edificio es, generalmente, más cálido y menos denso que el aire exterior. La fuerza ascensional del aire caliente hace que éste suba por los huecos verticales del edificio, creándose un gradiente de presión en la columna, que arrastra el aire frío hacia el fondo del hueco, y desplaza el aire caliente hacia la parte superior. En condiciones ambientales de calor, si el aire interior del edificio está más frío que el aire exterior, puede ocurrir lo contrario, es decir, el aire es obligado a salir por la parte inferior de la chimenea, y a entrar por la parte superior de ésta. En ambos casos, en algún punto intermedio de la columna se forma un plano de presión neutral, en el que se igualan las presiones interior y exterior del aire.

**D) Fuerzas de presión del viento.**

Cuando el viento sopla lateralmente sobre un edificio, disminuye su velocidad y se produce un incremento de presión en el lado de barlovento. Al mismo tiempo, el viento se desvía y se acelera alrededor de las paredes laterales y sobre el techo, creando una reducción de presión en el lado de sotavento, y, por consiguiente, originando un área de succión en dichas zonas. Cuanto mayor es la velocidad del viento, mayor es la succión. El efecto principal de estas presiones es producir un movimiento horizontal del aire a través del edificio, de barlovento a sotavento. El efecto se hace más evidente si los cerramientos exteriores del edificio son permeables al

aire, por contar con puertas y ventanas practicables, por ejemplo. En caso de incendio, de existir una ventana rota en el lado de barlovento del edificio, el viento puede desplazar horizontalmente el humo a través del edificio, y, en algunos casos, verticalmente. Debido a que es difícil hacer una estimación exacta de las presiones del viento sobre un edificio, o de los flujos de aire internos resultantes, se impone la necesidad de hacer un análisis simulado, o en túnel aerodinámico, que permita la total comprensión de este fenómeno.

### **2.2.7 Consideraciones para la instalación del sistema de presurización de escaleras**

Se hace referencia al RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV, el cual indica:

- A.** El ventilador y el punto de toma de aire deben ubicarse en un área libre de riesgo por contaminación de humos, preferentemente en el exterior o azotea de la edificación. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 29).
- B.** No es permitida la instalación del ventilador en sótanos o lugares cerrados, donde un incendio adyacente pueda poner en riesgo la extracción de aire, cargando la escalera de humo. El sistema debe contar con inyección de aire para cada piso. La diferencia de presión mínima de diseño entre el interior y el exterior de la caja de la escalera debe ser de 0.05 pulgadas de columna de agua y el máximo de 0.45 pulgadas de columna de agua para edificios protegidos al 100% con rociadores. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 30).
- C.** El cálculo para el diseño de la escalera se debe realizar teniendo en cuenta como mínimo la puerta de salida en el nivel de evacuación y puertas adicionales dependiendo del número de pisos, cantidad de personas evacuando, u otra condición que obligue a considerar una

puerta abierta por un tiempo prolongado. La máxima fuerza requerida para abrir cada una de las puertas de la caja de la escalera no deberá exceder las 30 lbf. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 31).

- D.** La succión y descarga de aire de los sopladores o ventiladores debe estar dotada de detectores de humo interconectados con el sistema de detección y alarmas del edificio de tal manera que se detenga automáticamente en caso de que ingrese humo por el rodete. El ventilador deberá ser activado automáticamente ante la activación de cualquier dispositivo del sistema de detección y alarma. Como mínimo deberá activarse por medio de detectores de humo ubicados en cada acceso a las escaleras de escape a no menos de 3.0 m de las puertas de escape. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 32).
  
- E.** La interconexión con el sistema de alarmas y detección (cables) debe tener una protección cortafuego para mínimo 2 horas. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 33).
  
- F.** La alimentación de energía para los motores del ventilador debe contar con dos fuentes independientes, de transferencia automática. Las rutas de dichos suministros deben ser independientes y protegidos contrafuego por 2 horas. La transferencia de la fuente de alimentación primaria a la secundaria se debe realizar dentro de los 30 segundos posteriores a la falla de fuente primaria. Se debe separar la llave de control de los motores de presurización de forma que el contactor general no actúe sobre esta alimentación. Todos los cables de suministro eléctrico desde el tablero de alimentación hasta la entrada a motor del ventilador deben contar con una protección cortafuego para mínimo 2 horas. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 34).
  
- G.** El ventilador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Listado o equivalente.
- b) Preferentemente del tipo centrífugo radial.
- c) En el caso de que el ventilador sea impulsado por medio de fajas el número de estas debe ser cuando menos 1.5 veces el número de fajas requeridas para el servicio de diseño.
- d) Todo ventilador impulsado por medio de fajas debe tener cuando menos dos fajas
- e) Los cálculos para la selección y la curva del fabricante deben formar parte de los documentos entregados.
- f) Bajo ningún motivo el motor operará por encima de la potencia de placa. La potencia de trabajo de determinará mediante una medición de campo con tres puertas abiertas.
- g) El motor impulsor debe tener cuando menos un factor de servicio de 1.15
- h) El ventilador debe contar con guardas protectoras para las fajas.
- i) El ventilador debe contar con una base para aislar vibraciones. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 35).

**H.** Los dámpers y los ductos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Los dámpers deben ser listados según UL 555S.
- b) Los rodamientos de los dámpers deben ser auto lubricados o de bronce.
- c) Las hojas deben ser galvanizadas
- d) Los ductos pueden ser de hierro, acero, aluminio, cobre, concreto, baldosas o mampostería según sea el caso.
- e) Cuando los ductos se encuentren expuestos dentro del edificio deberán tener un cerramiento contrafuego de 2 horas. (RNE A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV Artículo 36).

### **2.2.8 Sistema de presurización de escaleras**

Para el capítulo 2.2.8 se ha tomado como referencia Friotemp - Presurización de escaleras (2018), indica:

La Presurización de Escaleras es un sistema especializado contra incendios para edificios. En caso de incendio en un edificio de gran altura, un ventilador de escaleras presurizadas utiliza aire exterior limpio para presurizar el aire en las escaleras. El aire presurizado ayuda a las personas a escapar del fuego y los bomberos pueden así realizar sus labores, combatiendo el fuego. Dentro de la planificación de un proyecto de construcción de edificio debe incluir los cálculos del diseño del sistema de Presurización de Escaleras en edificios afín establecerse lo siguiente:

- ✓ El tipo de ventilador.
- ✓ Potencia del motor.
- ✓ Velocidad del aire.
- ✓ Características de las rejillas de insuflación.
- ✓ Tipo de conducto.
- ✓ Detector de humo.
- ✓ Dispositivos de accionamiento (sensores automáticos y dispositivos manuales).
- ✓ Dispositivos de sobrepresión (transmisor de presión, dámper de alivio, variadores de velocidad, etc.) necesarias para disminuir los efectos de un incendio en caso de siniestro.

Durante un incendio la escalera tiene más presión que el resto del edificio. De esta manera, cuando las puertas se abren, la presión más alta en la escalera empuja el humo hacia atrás en el suelo, manteniendo la ruta de escape libre de humo.

Como la gente está escapando de un incendio y al abrir las puertas para entrar en las escaleras, el humo se movería naturalmente desde un piso de fuego en la escalera. Manteniendo el humo fuera de la escalera

empujándolo de nuevo al piso y el ventilador de presurización de la escalera presuriza el aire en la escalera.

De acuerdo a RNE, las escaleras de evacuación deberán contar con un vestíbulo previo sin embargo, estos vestíbulos pueden ser obviados si se instala un sistema de Presurizar el aire en las Escaleras, con la Presurización logramos una presión positiva y se garantiza que el humo no ingrese al espacio protegido.

## **2.3 DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1 Protocolos de calidad**

Son documentos que establecen una sistemática de trabajo, establecen los requisitos que hay que contemplar al momento de realizar una verificación en la instalación del Sistema de Presurización de escaleras. Estos protocolos se realizan en coordinación con la parte supervisora del proyecto a fin de que se pueda establecer y criterio en ambas partes para la aprobación del funcionamiento del sistema de presurización de escaleras.

### **2.3.2 Filtro de aluminio**

Es un filtro que permite capturar el polvo, tierra, pelusa u otros contaminantes aerotransportados. Se coloca al ingreso de la toma de aire del inyector del sistema de presurización de escaleras. Ideal para zonas donde la corrosión es un problema. Además, para su mantenimiento puede ser lavado con facilidad. Ver Figura 01.



Figura 01 – Filtro de aluminio.

Fuente “panish.hepaair-filter.com”

### 2.3.3 Colgador

Son el conjunto de elementos (espárragos, tuerca, arandela, ángulos, tacos de expansión) diseñados para alojar y sostener el ducto distribución y colección de aire en el sistema HVAC a lo largo de su trayectoria. El colgador será de acabado electrogalvanizado. Ver Figura 02.

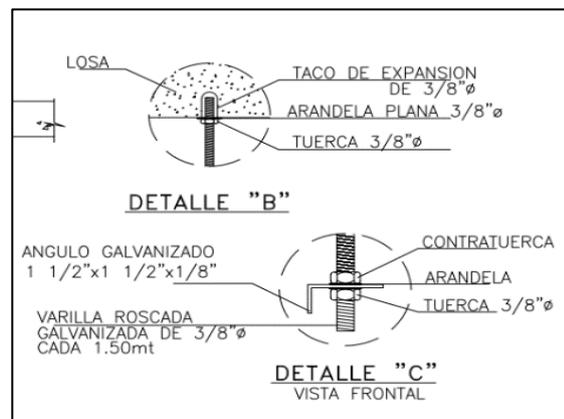


Figura 02 – Detalle de colgadores.

Fuente “Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13”

### 2.3.4 Soporte base

Operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido por las vibraciones que pueda generar el equipo de inyección mientras está encendido.

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN A IMPLEMENTAR:**

Dada la memoria descriptiva del proyecto (Ver Anexo A), se detalla:

El proyecto se ha realizado para proveer de un sistema de presurización mecánica para las escaleras una presión interna de 0.05" de columna de agua. esto evita que el humo producido en alguno de los pisos en caso de incendio ingrese a la escalera.

El aire es insuflado a la escalera por medio de un ducto de mampostería y rejillas de suministro de dimensiones 24"x24", ubicadas en una de las paredes de la caja de la escalera.

El ventilador estará equipado. El cálculo del caudal de aire se ha determinado considerando dos puertas abiertas interiores y una puerta abierta al exterior, con una presión interior de 0.05 "de columna de agua.

El sistema está conformado por un ventilador centrífugo que inyecta aire filtrado a la caja de la escalera, con lo cual se conseguirá con un variador de velocidad.

El sistema de presurización de cada escalera tiene una lógica de control autónoma, la cual tiene como objetivo hacer que el inyector insufla aire limpio al interior de la caja de la escalera a fin de elevar la presión del aire que está dentro, respecto a los ambientes contiguos de ingreso a la escalera, es decir al hall de ingreso a cada escalera.

La presión es controlada por el transmisor de presión que se ubica dentro de la escalera aproximadamente a la mitad de pisos que tiene cada escalera.

A través de unos cables de comunicación, este transmisor emite una señal analógica al tablero de control del inyector, el cual contiene dentro a un variador de velocidad electrónico, que a su vez está programado para hacer variar la velocidad del inyector a fin de dar más o menos aire, de modo tal que la presión medida por el transmisor diferencial sea constante e igual al valor seteado.

El valor seteado según proyecto y de acuerdo con el reglamento nacional de edificaciones es de 0.05 pulg/Ca.

Este sistema se activa automáticamente con una señal del sistema de protección contra-incendios, el cual está comunicado con el tablero de control de cada inyector a través de cables de control que emiten la señal eléctrica respectiva.

El proyecto abarca la implementación de 4 ventiladores centrífugos ubicados en Sótano 1 y Azotea - Piso 10, los cuales inyectan aire filtrado a la caja de la escalera, con lo cual se conseguirá con un variador de velocidad.

Para el Sótano 1 se encuentra los ventiladores centrífugos de nombre VP-1 y VP-2 marca GreenHeck . Capacidad del motor ventilador de 20 HP y con un factor de servicio de 1.15. Caudal de 16 500 CFM. (Ver Anexo F y J).

Para la Azotea - Piso 10 se encuentran los ventiladores centrífugos de nombre VP-3 y VP-4 marca GreenHeck. Capacidad del motor ventilador de 20 HP y con un factor de servicio de 1.15. Caudal de 22 000 CFM. (Ver Anexo F y J).

El control y operación del ventilador será por el sistema de detección y alarma de incendio.

El detector de humos instalado en el ducto de succión del ventilador, desconectará el equipo en el caso lleguen los humos a este punto.

Instalación de equipos y la instalación del tablero de control del sistema de presurización abarca el selector MOA, lámpara, variador de frecuencia, llaves termomagnéticas, transmisor diferencial de presión, relay encapsulado y borneras de conexión.

El transmisor diferencial de presión se instala en un punto de la caja de la escalera para medir la diferencia de presión de la escalera, cada vez que se abre la puerta el equipo enciende para contrarrestar la presión.

Por estructura del diseño del presente proyecto, para el ventilador centrífugo VP-1 el transmisor de presión diferencial se instalará en el Sótano 2. Para el ventilador centrífugo VP-2 el transmisor de presión diferencial se instalará en el Sótano 3. Para el ventilador centrífugo VP-3 el transmisor de presión diferencial se instalará en el Piso 6. Para el ventilador centrífugo VP-4 el transmisor de presión diferencial se instalará en el Piso 5.

Se puede encender de forma manual para la realización de pruebas. Pero siempre debe ser controlado por el sistema de Agua Contra incendios (ACI) de forma automática. Se deja un contacto normalmente abierto en el tablero de control, para que el sistema ACI se conecte (se deja un bornera). El tablero enciende el ventilador centrífugo en caso existiera una alarma de incendio, ya que manda una señal para cerrar el contacto y pueda encender el equipo de presurización.

Hay un sensor de humo en la toma de aire de cada uno de los cuatro equipos instalados, el sensor de humo es instalado por los responsables del sistema ACI, esto hace que trabaje mediante un contacto cerrado (en el sensor del ducto) nos conectamos al sensor mediante un cableado hasta el tablero de control que me corresponde.

Cuando ocurre un incendio, el sensor detecta humo en el ambiente y automáticamente se abre el circuito y se apaga el inyector.

Si bien, tanto el sistema de detección y alarma contra incendios está interconectado al sistema de presurización de escaleras para su funcionamiento, en este proyecto nos centraremos exclusivamente en la instalación y pruebas de funcionamiento correspondientes del sistema de escaleras de evacuación presurizadas (presión diferencial), según especificaciones técnicas del proyecto.

### **3.2 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR PREVIA A LA INSTALACIÓN**

Antes de iniciar el presente proyecto, los planos de instalación fueron validados por un especialista certificado y aprobado por la empresa constructora y supervisora de la obra. Los planos se encuentran visados.

Ya en obra, para iniciar la instalación del sistema de presurización de escaleras se requiere presentar ante la empresa constructora y supervisora los procedimientos de trabajo acompañados de protocolos de calidad, donde se detalle los procesos realizados en cada una de las instalaciones.

Todos los equipos y materiales para usar en la instalación serán presentados y validados previamente por la empresa constructora y supervisora de la obra presentando las fichas técnicas correspondientes.

### 3.3 PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE DUCTOS

#### 3.3.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de fabricación e instalación de ductos

El procedimiento adjunto en el Anexo B, es validado por el personal supervisor de la empresa constructora y supervisora del proyecto. Los documentos adjuntos en este procedimiento son:

- PC-HVAC-01 – Procedimiento de fabricación e instalación de ductos.
- PF-HVAC-01-A – Protocolo de trazado.
- PF-HVAC-01-B – Protocolos de inspección de ductos galvanizados.

#### 3.3.2 Consideraciones para la instalación de los ductos

Según especificaciones técnicas del proyecto y procedimiento de instalación de ductos (Ver Anexo B), para la fabricación de ductos se tuvo las siguientes consideraciones:

A. Los espesores de las planchas galvanizadas están dados de acuerdo a los rangos establecidos por el SMACNA, como se muestra en la figura 03.

Ancho del ducto	Calibre
Hasta 12"	N° 26
13" hasta 30"	N° 24
31" hasta 45"	N° 22
46" hasta 60"	N° 20
Más de 61"	N° 20
x 1" x 1/8" entre empalmes.	

Figura 03 – Tabla de espesor de ductos

Fuente "Smacna hvac duct construction standards"

B. La soportería se realizó de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Para ductos de hasta 20 pulgadas, se utiliza platinas de plancha galvanizada de 1 mm x 1" y tacos de expansión de 1/4" de diámetro, cada 2.50 metros (ver figura 04).

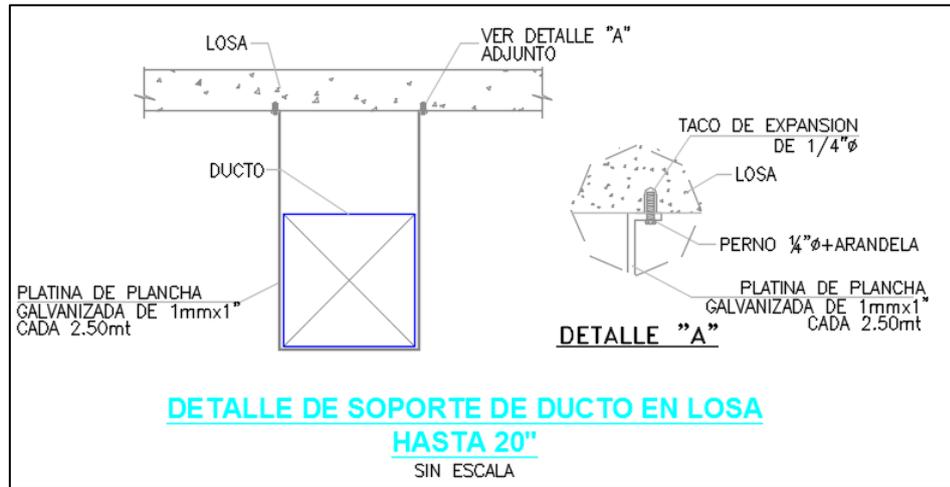


Figura 04 – Detalle de instalación de ductos de hasta 20"  
Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13"

- Para ductos mayores a 20 pulgadas, se utiliza colgadores de varilla galvanizada roscada de 3/8" de diámetro, tacos de expansión de 3/8" y la base del soporte de canal tipo Unistrut de 1.5/8" x 13/16" x 2.00 mm, cada 2.00 metros (ver figura 05).

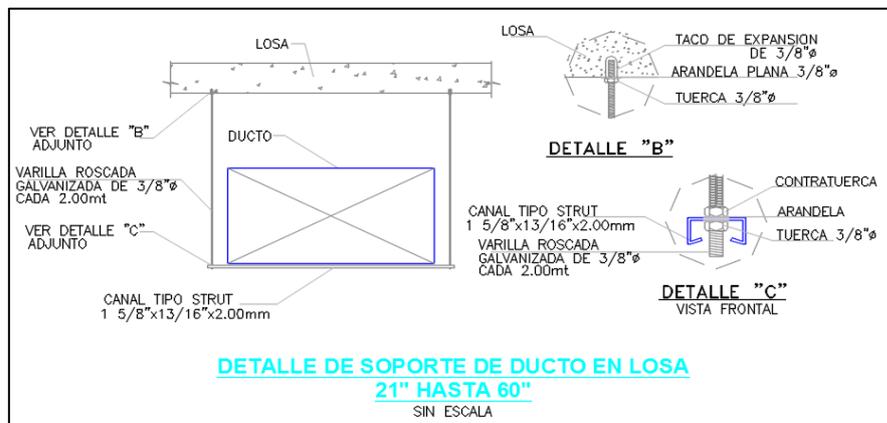


Figura 05 – Detalle de instalación de ductos mayores de 20"  
Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13"

- C. La malla antipájaro debe instalarse a la salida del ducto de extracción ubicado en la azotea y sótanos, la malla será de N° 16 x 3/4" y se instalará a 30° con respecto a la horizontal según el detalle (ver figura 06)



Figura 06 – Detalle de instalación de malla antipájaro  
Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13"

- D. Los ductos se arman según las dimensiones de los planos de construcción, se unirán a través de correas metálicas entre sí de la siguiente manera:

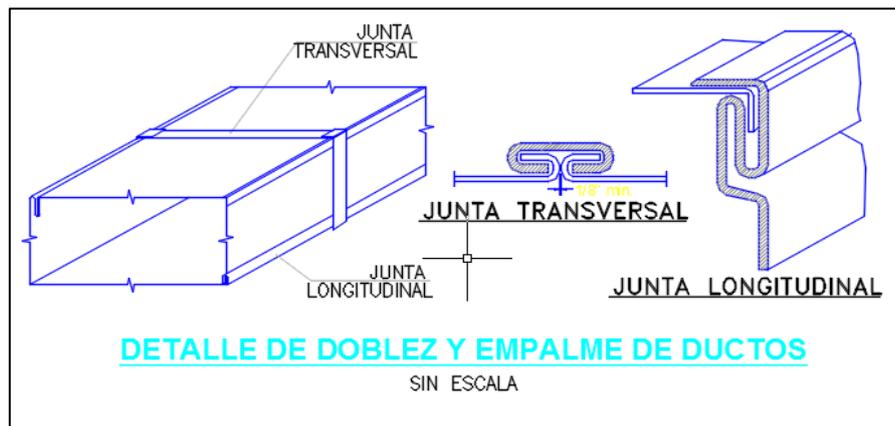


Figura 07 – Detalle de instalación de correas metálicas  
Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13"

- E. Luego de que los ductos se encuentren armados y unidos entre sí, alrededor de las correderas se aplica DP1030 como elemento de hermeticidad para evitar cualquier fuga de aire en el interior de los

ductos. Todos los ductos a instalarse son horizontales, ya que se cuenta con montantes de mampostería.

F. El tramo correspondiente a la unión entre los ductos y los equipos (Juntas Flexibles) serán de lona de vinyl pesado de 10" de ancho (Figura 08).

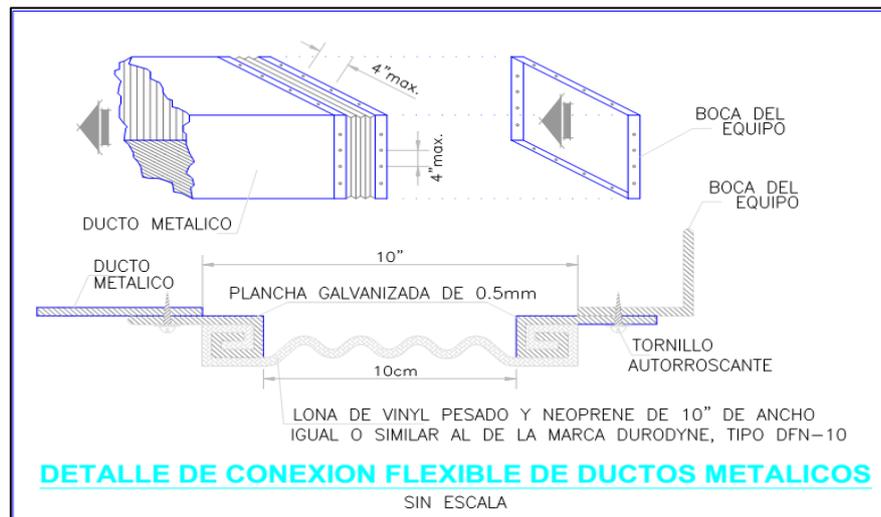


Figura 08 – Detalle de instalación de juntas flexibles

Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13"

### 3.3.3 Instalación de ductos de plancha galvanizada del sistema de presurización de escaleras

Una vez aprobados los protocolos de calidad correspondiente, se realizó el trazado de los ejes de los soportes con tiralínea, respetando las distancias indicadas en este procedimiento y se tomó los puntos de referencia de los planos BIM.

Se verificó las interferencias y longitudes óptimas con las demás especialidades.

Para la colocación de los soportes primero se realizó la perforación de la estructura para la instalación de tacos de expansión para después instalar las varillas roscadas.

Se realizó la instalación de los ductos de ventilación para luego ser aprobados los protocolos de instalación.

Se verificó la nivelación horizontal de las instalaciones con el nivel de mano adecuado para su uso.

Una vez instaladas los ductos horizontalmente a una altura determinada se procederá a hermetizar las uniones faltantes con DP1030 el cual tiene bajo contenido VOC.

En el caso de ambientes con ducto expuesto el niple de descarga se dejó con un marco para la sujeción de las rejillas, concluyendo con una inspección visual para la verificación del sellado de las uniones.

Se colocó las rejillas fijando con auto perforantes y se dejaron forradas con cinta film.

#### **3.3.4 Liberación de instalación de ductos por medio de los protocolos de calidad**

Ya acabado la instalación, se procede a la liberación de instalación de ductos por medio de protocolos de calidad, los cuales fueron previamente aprobados. Esta liberación se realizará en conjunto al inspector de calidad de la empresa constructora y el inspector de calidad de la empresa supervisora.

Se realiza los protocolos de liberación de trazos PF-HVAC-01-A.

Se procede a la liberación de la instalación de ductos mediante el protocolo de calidad - PF-HVAC-01-B – Protocolos de inspección de ductos galvanizados.

### **3.4 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS**

#### **3.4.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de instalación de equipos de presurización de escaleras**

El procedimiento adjunto en el Anexo C es para validarlo por el personal supervisor de la empresa constructora y supervisora del proyecto.

Los protocolos de calidad en este procedimiento han sido validados y firmados respectivamente por el representante de la empresa constructora y supervisora.

Los documentos adjuntos a este procedimiento son:

- PC-HVAC-06.3 – Procedimiento de instalación de equipos del sistema de presurización de escaleras (Anexo C)
- FC-HVAC-05-A – Protocolo de inspección de equipos (Anexo D)
- FC-HVAC-06-B – Registro de inspección e instalación de difusores, rejillas y dámpers (Anexo E)

#### **3.4.2 Consideraciones para la instalación de equipos de presurización de escaleras**

De acuerdo a las especificaciones técnicas (Ver Anexo F), para las rejillas de suministro se tiene:

La medida máxima de una pieza es 36" x 36", para medidas mayores se constituyen en varias piezas.

Las rejillas de hasta 18" en el lado mayor se constituyeron en el marco de plancha de 1/27" y las aletas de plancha de 1/54".

Las rejillas de 19" hasta 36" en el lado mayor se constituyeron con el marco de plancha de 1/24" y las aletas de plancha de 1/40".

Todas las rejillas llevan un dámper de hojas opuestas, fabricadas con plancha galvanizada de 1/54" para rejillas de hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para rejillas mayores a 18".

Todas las rejillas fueron pintadas con dos manos de pintura base zincromato y con dos manos de pintura de acabado definido por el propietario.

Todas las uniones de plancha galvanizada fueron con soldadura de punto.

Para el caso del sistema de presurización de escaleras de este proyecto, las rejillas son de 24" x 24" y el color definido por el propietario es de color blanco, como se muestra en la siguiente Figura.

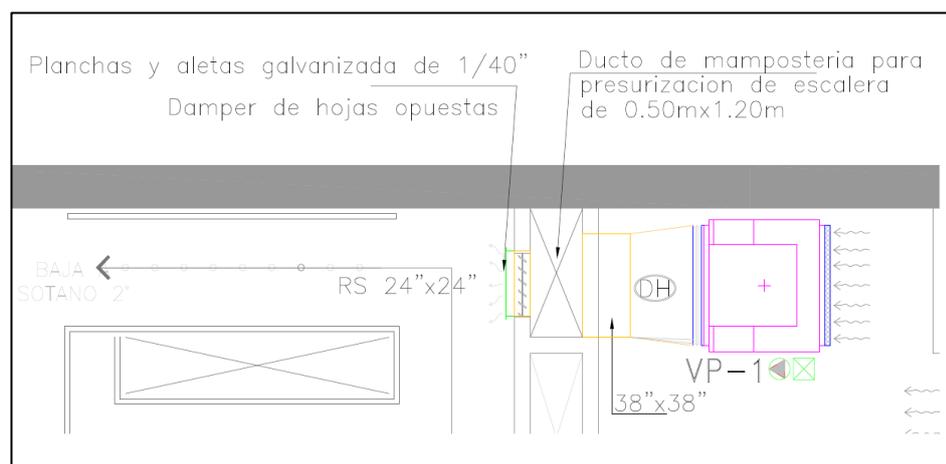


Figura 09 – Detalle de instalación de Equipo de presurización de Escaleras  
Fuente "Planos de Instalaciones Mecánicas – IM-05"

De acuerdo a las especificaciones técnicas (Ver Anexo F), para el ventilador centrífugo se tiene:

El extractor está constituido de plancha de fierro galvanizado de un espesor mínimo de 2.8 mm.

El rodete esta unido mecamente a su eje por medio de la chaveta.

El extractor es accionado por medio del motor eléctrico a través de fajas y poleas, el motor eléctrico tiene base metálica con tensor de fajas y guarda fajas, son de dos velocidades. Llevan protección térmica en las bobinas. EL aislamiento de las bobinas son de clase B. Factor de servicio es de 1.15.

### **3.4.3 Instalación de los equipos del sistema de presurización de escaleras**

Dado el Anexo C, para la instalación de la rejilla de suministro del sistema de presurización se colocó auto perforante en el marco de la rejilla para sujetarlo. Las rejillas de presurización de escaleras están instaladas en el ducto de mampostería de la montante. El material será según especificaciones técnicas.



*Figura 10 – Instalación de rejillas de suministro*

*Fuente "Fotografía de instalación de rejillas en proyecto Torre del Parque"*

Para los ventiladores centrífugos (Anexo C) para el sistema de presurización de escaleras, se ancla con taco de expansión de 3/8" varilla roscada, tuerca y arandela. Entre el equipo y la losa se coloca un amortiguador tipo resorte indicados por el fabricante para amortiguar la vibración (Ver imagen 11 y 12).



*Figura 11 – Base de concreto para equipos en Sótanos*

*Fuente “Fotografía de instalación de bases de concreto en proyecto Torre del Parque”*



*Figura 12 – Base de concreto para equipos en Azotea*

*Fuente “Fotografía de instalación de bases de concreto en proyecto Torre del Parque”*

Con el fin de aislar la vibración y ruidos a la fuente, se coloca una junta flexible, que consta de una tela que está asegurada a la hoja de metal en ambos lados del equipo. (Ver imagen 13).

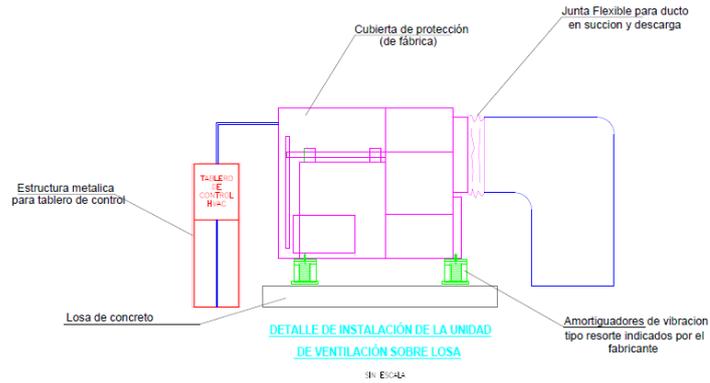


Figura 13– Detalle de instalación de unidad de ventilación en losa  
Fuente “Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13”

Identificar el punto eléctrico, luego verificar las fases correctas del cableado. Se procede a entubar del punto eléctrico al motor con tubería conduit flexible. Posteriormente para unir la tubería flexible al motor se utiliza conectores herméticos rectos. Luego se pasa el cable de fuerza NH-80 desde el punto hasta el motor, el empalme se realiza con cinta vulcanizante y cinta de acabado.

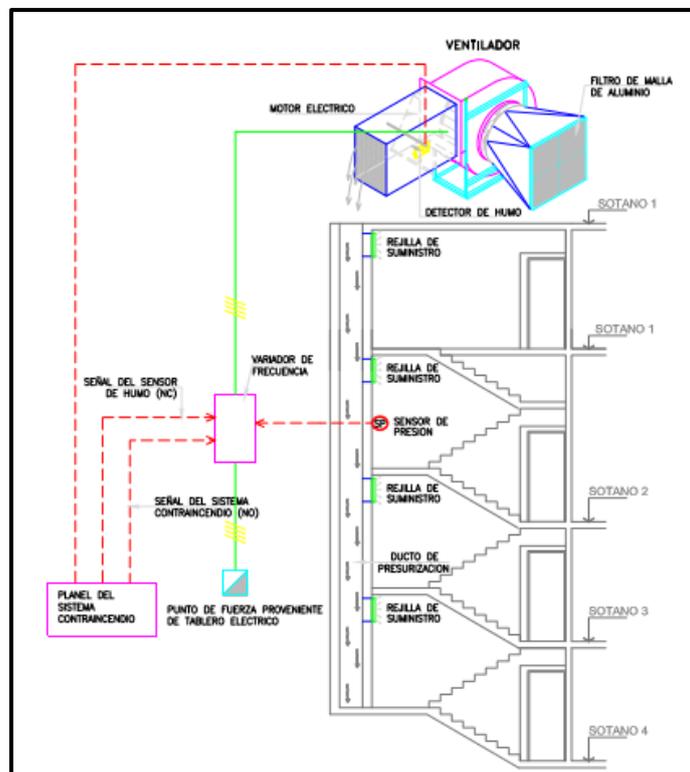


Figura 14– Detalle de la unidad del sistema de presurización de escaleras  
Fuente “Planos de Instalaciones Mecánicas Detalles – IM-13”

#### **3.4.4 Liberación de instalación de equipos por medio de protocolos de calidad**

Se procede a la liberación de la instalación de las rejillas mediante protocolos de calidad FC-HVAC-06-B – Registro de inspección e instalación de difusores, rejillas y dámpers (Anexo E).

Se realiza la liberación de equipos con el Protocolo de inspección de equipos - FC-HVAC-05-A (Anexo D).

### **3.5 PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS**

#### **3.5.1 Documentos adjuntos en el procedimiento de puesta en marcha de equipos del sistema de presurización de escaleras**

Los protocolos de calidad adjuntos en este procedimiento, que ha sido validados y firmados respectivamente por el representante de la empresa constructora y supervisora, son:

- FC-HVAC -09-A – Protocolo de pruebas de medición de caudal (Anexo G).
- FC-HVAC -09-B – Protocolo de parámetros eléctricos (Anexo H).
- FC-HVAC-10-A – Protocolo de instalación de tableros de control (Anexo I).

#### **3.5.2 Consideraciones para la puesta en marcha de equipos de presurización de escaleras**

Se trata de comprobar que la ejecución de la instalación del técnico calificado ha sido la adecuada siguiendo el Proyecto, Memoria descriptiva o especificaciones técnicas.

Antes de iniciar las actividades se presenta la aprobación de los permisos de ingreso a piso y energización de los equipos de ventilación del sistema de presurización de escaleras.

Se verificó la energización del tablero del equipo del nivel correspondiente dado conforme.

Las unidades se encuentran convenientemente niveladas y ancladas con elementos que impidan la posible transmisión de vibraciones en piso o techo.

El conexionado eléctrico se ha ejecutado adecuadamente, comprobándose la tensión de alimentación y las protecciones eléctricas.

Se verificó visualmente la hermeticidad de las canalizaciones ejecutadas verticales y horizontales.

Se verificó visualmente el sentido de giro de los ventiladores de presurización es el correcto.

### **3.5.3 Liberación de puesta en marcha de equipos por medio de protocolos de calidad**

Después de energizar el equipo, se programó el variador de frecuencia ingresando los datos del motor por medio de su display.

Se procedió a arrancar manualmente el motor por medio del variador de frecuencia.

Se procedió a tomar parámetros del motor en marcha, amperaje y voltaje anotando en el protocolo de parámetros eléctricos.

#### **A. Prueba de Caudal:**

Se procede con el equipo a medir el caudal de la rejilla, regulando con el dámper. Se realizan varias mediciones para obtener un promedio. Luego se se comparó con el caudal proyectado (Anexo G).

#### **B. Prueba Eléctrica:**

Dado el Anexo H, se realizó las siguientes mediciones eléctricas con el Protocolo de parámetros eléctricos:

**Medición de tensión eléctrica.** Se mide L1 y L2, L2 y L3, L3 y L1 con una pinza amperimétrica según calibración de la pinza. Prueba Manual.

**Medición de corriente eléctrica.** Se mide cada fase del motor eléctrico. Prueba Manual.

**Medición de Línea a neutro.** Se mide neutro con cada fase. Debe dar como resultado una tensión no mayor a 230 V. Prueba manual.

#### **C. Prueba de Presión:**

Se tendrá dos puertas abiertas interiores y una puerta abierta al exterior (puerta de escape), con una presión interior de 0.05" de columna de agua según memoria descriptiva. Para la prueba de presión se tiene el Balómetro con una salida para presión baja y otra salida en presión alta.

Se realizan varias mediciones para posteriormente registrarlo en un Protocolo de Pruebas de medición de presión. Este promedio debe ser comparado con la presión dada en el proyecto.

#### **3.5.4 Criterios de aceptación**

Una vez obtenido el caudal de prueba, se cotejará con el caudal de diseño del proyecto. Se aceptará como válida aquella muestra que esté en el orden de +/- 5% del dato de diseño.

Una vez obtenido las muestras de la diferencia de presión, se cotejará con la lectura de diseño del proyecto. Se aceptará como válida aquella muestra que esté en el rango de 0.05 pulg/Ca, con un rango de +/- 5 %.

## CONCLUSIONES

- Al momento de realizar las pruebas de presión al sistema, se obtuvo el siguiente resumen:

Equipo	Valor de aceptación (pulg/Ca)	Valor medido (pulg/Ca)
VP-1	0.05	0.05
VP-1	0.05	0.05
VP-2	0.05	0.06
VP-2	0.05	0.06
VP-3	0.05	0.05
VP-3	0.05	0.07
VP-4	0.05	0.05
VP-4	0.05	0.06

De los cuales se evidencia en las figuras 15 y 16:



Figura 15 – Valores obtenidos en pruebas de presión 0.06 pulg/Ca

Fuente "Fotografía de instalación de bases de concreto en proyecto Torre del Parque"



Figura 16 – Valores obtenidos en pruebas de presión 0.05 pulg/Ca  
Fuente “Fotografía de instalación de bases de concreto en proyecto Torre del Parque”

- Para la puesta en servicio de un sistema de presurización de escaleras se debe cumplir con las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Edificaciones Capítulo 3, A.130 – Requisitos de seguridad y el A.010 - Condiciones generales de diseño, garantizando que la presión en la caja de la escalera no sea menor a los 0.05 pulg/Ca.
- En la actualidad, el sistema de presurización de escaleras es una respuesta moderna y eficiente de control de humo en rutas de escape, que busca contribuir a resguardar la propiedad y la vida de las personas. El instalar un sistema de presurización de escaleras en un edificio comercial como lo es Torre del parque, es un requisito para el funcionamiento del edificio.
- Después de realizar las instalaciones según especificaciones técnicas y pruebas respectivas se pudo evidenciar la correcta instalación del sistema en mención, en base a las normas vigentes descritas.

## **RECOMENDACIONES**

Después de la instalación en base a la normativa vigente, se realizaron las pruebas respectivas para garantizar el buen funcionamiento de todos los componentes en conjunto. Se puede apreciar que se cumplió con los parámetros que requiere la normativa vigente y las especificaciones técnicas del proyecto.

Se recomienda la instalación de este sistema en aquellas edificaciones que requieran este modelo de seguridad ante incendios. Actualmente es uno de los más confiables.

## BIBLIOGRAFÍA

Friotemp (2018). Presurización de Escaleras. Lima, Perú: friotemp. Recuperado de <http://www.friotemp.com.pe>

Gómez, A. (2018). Seguridad para la Presurización de Escaleras. mexicana, México: Mundo HVAC & R. Recuperado de <https://www.mundohvacr.com.mx>

NFPA en Español (2019). Descripción. mexicana, Mexico: NFPA. Recuperado de <https://www.nfpajla.org/>

Norma UNE-EN 12101-6-2006-Sistemas para el control de humo y de calor-Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión.

Reglamento Nacional de Edificaciones A.010 - Condiciones Generales de Diseño  
Capítulo VI

Reglamento Nacional de Edificaciones A.130 – Requisitos de seguridad Sub-Capítulo IV

Reglamento Nacional de Edificaciones G.010 - Condiciones Básicas

SEMICYUC (2018). Bases del manejo clínico de la intoxicación por humo de incendios. España, Madrid: Medician Intensiva. Recuperado de <http://www.medintensiva.org>

SMACNA 2005 3rd Ed. HVAC Duct Construction Standards.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A. Memoria Descriptiva**

**1. MEMORIA DESCRIPTIVA**  
**SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS**

## **1. OBJETIVOS**

La presente Memoria Descriptiva se refiere al Sistema de Presurización de escaleras para el Edificio Begonias, ubicado en el cruce de la Calle Andrés Reyes y la Calle Las Begonias distrito de San Isidro, en la ciudad de Lima.

Los trabajos incluidos en el presente contrato son los que se detallan en la siguiente descripción, y han cumplido con lo indicado en el Pliego de Especificaciones Técnica y planos adjuntos.

Las especificaciones técnicas deben entenderse como las normas y requisitos mínimos que debe cumplir el instalador en lo referente a fabricación, montaje, calidad de materiales, capacidad y tipo de equipos y en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación de los sistemas.

Así mismo debe entenderse que estas especificaciones describen solamente los aspectos más importantes de las instalaciones, sin entrar en especificaciones precisas de elementos menores.

## **2. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES**

Para el desarrollo del presente Proyecto se ha tenido en cuenta la experiencia local, datos de temperatura - humedad del Senamhi para la ciudad de Lima y Planos de Arquitectura.

En general se ha atendido en el montaje, balanceo y puesta en marcha, las siguientes normas y/o recomendaciones:

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)

SMACNA (Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.)

ASA (American Standard Association)

ASTM (American Society for Testing Materials)

## SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS

PROYECTO:  
TORRE DEL PARQUE

ASME	(American Society of Mechanical Engineers)
UL	(Underwriters Laboratory)
NFPA	(National Fire Protection Association Standards)
RNE	(Reglamento Nacional de Edificaciones)

Los códigos y regulaciones nacionales sobre estas instalaciones en particular. Las regulaciones de cualquier otra autoridad que tenga jurisdicción sobre estas instalaciones en particular.

### 3. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS

El proyecto se ha realizado para proveer de un sistema de presurización mecánica para las escaleras una presión interna de 0.05" de columna de agua, esto evitara que los humos producidos en alguno de los pisos en caso de incendio ingrese a la escalera.

El aire es insuflado a la escalera por medio de un ducto de mampostería y rejillas de suministro, ubicadas en una de las paredes de la caja de la escalera.

El cálculo del caudal de aire se ha determinado considerando dos puertas abiertas interiores y una puerta abierta al exterior, con una presión interior de 0.05 "de columna de agua

El sistema está conformado por un ventilador centrífugo que inyecta aire filtrado a la caja de la escalera, con lo cual se conseguirá con un variador de velocidad.

El sistema de presurización de cada escalera tiene una lógica de control autónoma, la cual tiene como objetivo hacer que el inyector insufla aire limpio al interior de la caja de la escalera a fin de elevar la presión del aire que está dentro, respecto a los ambientes contiguos de ingreso a la escalera, es decir al hall de ingreso a cada escalera.

La presión es controlada por el que se ubica dentro de  
la escalera aproximadamente a la m tiene cada escalera

A través de unos cables de comunicación, este transmisor emite una señal analógica al tablero de control del inyector, el cual contiene dentro a un variador de velocidad electrónico, que a su vez está programado para hacer variar la velocidad del inyector a fin de dar más o menos aire, de modo tal que la presión medida por el transmisor diferencial sea constante e igual al valor seteado.

El valor seteado según proyecto y de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones es de 0.05 pulg/Ca.

Este sistema se activa automáticamente con una señal del sistema de protección contra-incendios, el cual está comunicado con el tablero de control de cada inyector a través de cables de control que emiten la señal eléctrica respectiva.

Demás está mencionar que este sistema, por ser de gran importancia ante un eventual incendio, tiene que estar siempre operativo, con un correcto mantenimiento preventivo.

#### **Dámper de alivio:**

Dámper de alivio, su función es extraer el aire sobrante de un recinto hacia el exterior o a otro recinto cuando la presión existente es superior a la necesaria, también para prevenir flujos inversos de la corriente de aire en sistemas de ventilación de baja presión y baja velocidad. La compuerta se abre con la presión del aire permitiendo la salida y evitando sobrepresiones en la línea de aire.

## **4. INSTALACION DEL SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS**

### **A. Instalación de los Equipos de Presurización de Escaleras**

Los ventiladores centrífugos de línea y los ventiladores centrífugos de simple entrada para el sistema de presurización de escaleras y se ancló con taco de expansión de 3/8" varilla roscada, tuerca y arandela. Entre el equipo y la losa se colocó un amortiguador tipo resorte indicados por el fabricante para amortiguar la vibración. Con el fin de aislar la vibración y ruido a la fuente, se colocó una junta flexible, que consta de una tela que está sujeta a la hoja de metal en ambos lados del equipo.

Se identificó el punto eléctrico, luego verificar las fases correctas del cableado. Se procedió a entubar del punto eléctrico al motor con tubería conduit flexible. Posteriormente para unir la tubería flexible al motor se utilizó conectores herméticos rectos. Luego se pasó el cable de fuerza NH-80 INDECO desde el punto hasta el motor, el empalme se realizara con cinta vulcanizante y cinta de acabado.

#### **B. Instalación de rejilla de presurización de escaleras y ducto galvanizado**

En la instalación de la rejilla de presurización se colocó auto perforante en el marco de la rejilla para sujetarlo. Las rejillas de presurización de escaleras están instaladas en el ducto de mampostería de la montante. El material fue según especificaciones técnicas.

#### **C. Consideraciones a tener en cuenta para la Prueba**

En función de la memoria descriptiva del proyecto las pruebas se realizaron teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Se energizo el tablero de control del ventilador teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Modo “Siempre ON”.-** Este modo de operación se consigue colocando el selector ubicado en la puerta del tablero de control en la posición “MANUAL”. Lo que va a suceder es que el Inyector va a arrancar elevando su velocidad y por consiguiente su caudal hasta que se llegue a la presión de seteo al interior de la escalera. El Inyector no se va a detener hasta que se le apague manualmente o se cambie a otro modo de operación.
  
- **Modo “AUTO”.-** En este modo de operación se consigue girando el selector hasta la posición “AUTO”. El Inyector va a iniciar su arranque una vez que reciba la señal del sistema de protección contra incendios, a partir del cual operará en forma autónoma auto controlándose a fin de llegar a la presión de set point como en el Modo anteriormente El Inyector dejará de funcionar cuando el a n contra incendios deje de enviar la señal control de Inyector

- **Modo “Apagado”**.- Este modo de operación se consigue girando el selector hasta la posición “0” en la cual el Inyector no va a funcionar hasta que se cambie a otro modo. Esto solo se debe utilizar cuando haya que hacer alguna revisión temporal de los componentes del sistema, al final de cada revisión se debe cambiar al Modo “AUTO”.

Para la prueba se utilizó un medidor diferencial de presión

- Se instaló el medidor diferencial de presión, detrás de la puerta. El medidor cuenta con una manguera de 1/8 de diámetro material de caucho, dicha manguera ira por debajo de la puerta y censo la presión exterior al cajón de la escalera.
- Setear el medidor antes de iniciar la prueba hasta que la pantalla se ponga en 0.
- Una vez seteado el medidor se inició la lectura automática de la presión. La cual debe de ser de 0.05 pulg/Ca, que es la diferencia de presión efectiva que garantiza que no va a ingresar aire con humo desde afuera hacia adentro de la escalera ni por las rendijas de cada puerta cuando estas estén cerradas ni por la misma puerta cuando esta se abra.

#### **D. Inspecciones previas a la puesta en marcha.**

Se trata de comprobar que la ejecución de la instalación del técnico calificado ha sido la adecuada siguiendo el Proyecto, Memoria descriptiva o especificaciones técnicas

- Antes de iniciar las actividades se presentó la aprobación de los permisos de ingreso a piso y energización de los equipos ya sean inyectores o extractores de monóxido.
- Se verifico la energización del tablero del equipo del nivel correspondiente dado conforme.
- Las unidades se encuentran convenientemente niveladas y ancladas con elementos que la de vibraciones en piso o techo.

- El conexionado eléctrico se ha ejecutado adecuadamente, comprobándose la tensión de alimentación y las protecciones eléctricas.

**E. Comprobaciones a realizar la puesta en marcha.**

La puesta en marcha de los equipos deberá realizarse por un instalador autorizado. En cualquier caso, se deberán tomar las medidas de seguridad y de protección de las personas necesarias.

- Tener los planos y anexos HVAC del proyecto, listos legibles y actualizados con la mayor cantidad de detalles posibles.
- Se verificó visualmente la hermeticidad de las canalizaciones ejecutadas verticales y horizontales.
- Se verificó visualmente el sentido de giro de los inyectores y extractores de monóxido de carbono es el correcto.
- El equipo se encuentra energizado para realizar las pruebas respectivas.

**F. Medidas o pruebas a realizar la puesta en marcha.**

En la puesta en marcha de la instalación se realizó diversas medidas para comprobar que los equipos funcionan dentro de las especificaciones técnicas / Planos. Se realizó por tanto medidas de eficiencia a los equipos. Se comprobó las medidas eléctricas y el caudal de aire. Por último fue necesario comprobar el correcto funcionamiento de las unidades de los inyectores de presurización, verificándose a realizar el buen funcionamiento. Se adoptó las medidas de seguridad necesarias para evitar daños a equipos o personas. La instalación de los equipos de medida se realizó con los equipos calibrados para la conformidad de la prueba.

- Verificación visual de ruidos en el equipo.

- Verificación visual de la hermeticidad en la ductería vertical y horizontalmente.
- Se realizó las mediciones en rejilla para luego obtener un promedio de velocidad así obtener el caudal de la prueba en unidades en CFM.
- El resultado de las mediciones se registrara en un protocolo de las pruebas de caudal por equipo.

#### **G. Consideraciones eléctricas del tablero de control.**

- Se llenó todos los documentos de seguridad antes de empezar a realizar las pruebas en el tablero de control, contando también con sus implementos de seguridad: guantes dieléctricos, careta, lentes, zapato dieléctrico, casco, barbiquejo, overol, detector de tensión.
- Verificó con el detector de tensión si esta energizado el tablero de control, se procederá con el multímetro calibrado que tipo de tensión hay 220v o 380v.
- Después se procedió a energizar el circuito de control y fuerza.
- Se programó el variador de frecuencia ingresando los datos del motor por medio de su display.
- Se procedió a arrancar manualmente el motor por medio del variador de frecuencia.
- Se procedió a tomar parámetros del motor en marcha, amperaje y voltaje anotando en el protocolo de parámetros eléctricos.

#### **H. Pruebas.**

##### **Prueba de Caudal:**

Se procede con el equipo a medir el caudal de la rejilla, regulando con el dámper. Se toman mediciones para obtener un promedio y posteriormente el caudal proyectado.

**Prueba Eléctrica:**

- **Medición de tensión eléctrica.** Se mide L1 y L2, L2 y L3, L3 y L1 con una pinza amperimétrica según calibración de la pinza. Prueba Manual.
- **Medición de corriente eléctrica.** Se mide cada fase del motor eléctrico. Prueba Manual.
- **Medición de Línea a neutro.** Se mide neutro con cada fase. Debe dar como resultado una tensión no mayor a 230 V. Prueba manual.

**Prueba de Presión:**

Se tuvo una puerta abierta interior y una puerta abierta al exterior (puerta de escape), con una presión interior de 0.05" de columna de agua según memoria descriptiva. Para la prueba de presión se tuvo el manómetro de columna inclinada con una salida para presión baja y otra salida en presión alta. El manómetro de columna inclinada mide la diferencia de presión con la parte interior y exterior de la escalera. La presión alta estará dentro de la escalera y la baja en un ambiente externo.

Se realizaron varias mediciones para posteriormente registrarlo en un Protocolo de Pruebas de medición de presión. Este promedio debe ser comparado con la presión dada en el proyecto.

## **5. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y MUESTRAS.**

Todos los materiales utilizados bajo los requerimientos de las especificación técnicas son nuevos, de primera calidad y no presentan imperfecciones. Todas las muestras y especificaciones son aprobadas por la Supervisión de la obra previa a su colocación, quedando en poder de la misma hasta la finalización de los trabajos.

## **6. MONTAJE E IZAJE DE EQUIPOS**

Se llevó y montó los equipos en los lugares indicados en planos, utilizó equipos de izaje apropiados, cumpliendo todas las normas de seguridad pertinentes a este tipo de trabajo, ha considerado los seguros necesarios para los equipos hasta la colocación en sus lugares definitivos. Para el montaje de equipos se ha coordinado con la obra, los espacios de acceso necesarios para los equipos especificados. Todos los equipos fueron montados.

## **7. EQUIPOS**

Para todos los equipos que se proveyeron se presentó para la aprobación de la Supervisión las correspondientes hojas de datos, ajustadas a las condiciones reales de trabajo, y en todos los casos las capacidades superaron los requerimientos, bajo el régimen de servicio continuo. Todos los equipos se entregaron en obra indefectiblemente con su correspondiente identificación según las hojas de datos.

## **8. PLANOS AS BUILT**

Al final de la obra presentó los planos As Built en los que indica:

- La distribución final de la Instalación, con las dimensiones de tuberías, ductos, difusores, rejillas.
- Diagramas de control
- Relación de los equipos codificados con todos los datos de las placas.

## **ANEXO B. Procedimiento de Instalación de ductos**

Lima, 27 de Junio del 2016

29980-CAR-C02-0447

Señores  
**PROYECTA INGENIEROS CIVILES S.A.C.**  
Jirón Monterrey 373 Oficina 502 Chacarilla  
Santiago de Surco.-

Atención: Arq. Michael Santos  
Jefe de Proyecto – Supervisión de Obra

Asunto: Procedimiento de especialidades PC-HVAC-01

Proyecto: Edificio Torre del Parque

Referencia:

Requiere respuesta: SI (X) NO ( )

De nuestra consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, y hacerle entrega del "Procedimiento de fabricación e instalación de ductos para ventilación mecánica (PC-HVAC-01)".

Sin otro particular, quedamos de Ustedes.

Atentamente,

CC/Archivo:  
Adjunto Procedimiento de especialidades PC-HVAC-01

  
**RECIBIDO**  
27.06.16  
6:35 pm.

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>1 de 15</b>
		Fecha : <b>22/06/16</b>

## Procedimiento de fabricación e instalación de ductos para ventilación mecánica

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
<b>Ing. Instalador en HVAC</b>		
Jesus Rojas Herrera	 <b>Jefe de Instalaciones Electromecánicas</b> <b>CR 2968 Edificio Torre del Parque</b>	PROYECTA INGENIEROS CIVILES S.A.C.
Firma 	Firma	Firma

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 2 de 15
		Fecha : 22/06/16

## INDICE

- 1.- OBJETIVO
- 2.- ALCANCE
- 3.- DEFINICIONES
- 4.- DOCUMENTACION APLICABLE
- 5.- RESPONSABILIDADES
- 6.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS
  - 6.1.- RECURSOS
  - 6.2.- CONDICIONES PREVIAS
  - 6.3.- PROCESO DE MONTAJE
  - 6.4.- EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL
  - 6.5.- CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION
  - 6.6.- CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD
- 7.- MODO DE ACEPTACION
- 8.- ANEXOS



<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>3 de 15</b>
		Fecha : <b>22/06/16</b>

### 1. OBJETIVO

El objetivo de este documento es definir como se realizara el montaje e instalación, de los ductos para el aire de climatizado en los sistemas HVAC del proyecto.

Establecer la metodología para llevar a cabo el montaje e instalación, criterios de aceptación y control de los ductos metálicos y cumplimiento del Plan de Calidad del Aire Interior (involucra SMACNA+ LEED)

### 2. ALCANCE

Concierne el montaje e instalación de los ductos de distribución y colección de aire pre ensamblados en taller de acuerdo a lo especificado en los planos del "Sistema de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica" validos para construcción que tienen en consideración la liberación de interferencias mediante la metodología BIM producto de las coordinaciones interdisciplinarias en obra.

### 3. DEFINICIONES

- Colgador:

Son el conjunto de elementos (espárragos, tuerca, arandela, ángulos) diseñados para alojar y sostener el ducto distribución y colección de aire en el sistema HVAC a lo largo de su trayectoria.

- Anclajes:

Son elementos de sujeción que se utilizaran para fijar los colgadores a sus puntos de anclaje, serán capaces de sostener el peso distribuido del ducto a lo largo de su trayectoria, Existen varios tipos de anclajes, tales como, por explosión, por penetración y expansión .Se aplicara la técnica apropiada acorde a las características propias de la maniobra.

### 4. DOCUMENTACION APLICABLE

- Planos del proyecto validos para construcción actualizados y Anexos concernientes.
- Permisos y autorizaciones de ingreso a zonas de trabajo previa inspección del lugar donde se va a realizar el trabajo por Residente de Obra y Supervisor SSOMA.
- Ingeniería de detalle del sistema de soportes
- Documentos del proyecto: EETT, MD.
- Formatos PIP, Liberación de Trabajos, Registro de instalaciones ejecutadas, ATS, Permisos para trabajos de alto riesgo.

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 4 de 15
		Fecha : 22/06/16

## 5. RESPONSABILIDADES

### **Gerente de Proyecto**

- Planificar la actividad de procura y habilitado de ductos.
- Verificar el estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas de fabricación, procura de materiales y fabricación de estructuras, establecidas en el alcance del contrato.
- Hacer cumplir las actividades señaladas en la presente instrucción.
- Coordinar los temas relacionados a las inspecciones y ensayos a realizar durante el habilitado de las estructuras.
- Verificar e inspeccionar las instalaciones para que cumplan con los estándares de calidad.
- Realizar la asignación y distribución de recursos para cumplir con las fechas de entrega pactadas.

### **Residente de Obra**

- Es el responsable por la implementación y difusión de este procedimiento.
- Liderara la inspección de las áreas de instalación para detectar posibles riesgos y oportunidades en el desarrollo de la maniobra, actualizar el plan de instalación de ductos.
- Dirigir y supervisar el Layout de instalación de anclajes y ductos de acuerdo a los planos correspondientes y actualizados.
- Dirigir y supervisar el empleo apropiado de los recursos de anclaje siguiendo las buenas prácticas para la maniobra asegurando que cumplan el cometido de su instalación.
- Supervisar y validar los soportes instalados que correspondan a lo especificado en los Planos & Anexos concernientes del Proyecto.
- Supervisara y Validara el ensamblaje de los ductos.
- Verificar la estanqueidad de los ductos en los puntos de unión entre las planchas previamente sellados con el producto adecuado para este fin, Duct Seal.
- Dirigir y supervisar el Izaje y puesta de los ductos, que correspondan a lo especificado en los Planos & Anexos concernientes del Proyecto.
- Completar el formato de conformidad de maniobra.
- Hacer cumplir las normativas LEED que son un requerimiento de este proyecto.

### **Personal Operativo**

- El Personal Operativo del montaje debe ser calificado en las técnicas de fabricación de soportes, anclaje de soportes, colgadores y montaje de Equipos HVAC.
- Cumplir las indicaciones del Ingeniero de producción y supervisor de campo
- Usar el Equipo de Protección Personal (EPP) antes, durante y después del desarrollo de la maniobra.
- Verificar que los equipos y herramientas asignados al Personal Operativo se encuentren en condiciones que cumplan las buenas prácticas de Calidad y seguridad.
- Cumplir las Normas LEED que son un requerimiento de este proyecto.

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 5 de 15
		Fecha : 22/06/16

#### **Prevencionista de Riesgos**

- Instruir al Equipo de trabajo para completar el documento de Análisis Seguro de Trabajo (AST) y dar cumplimiento al Plan de Gestión de Calidad y Plan de Seguridad del Proyecto.
- Co-lidera las actividades del Jefe de Producción y Ejecuta los trabajos operativos de la maniobra.
- Implementar la demarcación de la sección de maniobra, clasificada en categoría de alto riesgo usando cinta de seguridad color rojo.
- Verificar el uso obligatorio de Arneses de Seguridad, si la altura del punto instalación supera los 1.80 mts. (6 pies) de altura referente al nivel del piso de la sección de instalación.
- Ejecutar los trabajos correspondientes cumpliendo con los procedimientos del SGC y SSOMA

#### **Registros y Control**

- Documento AST
- Permisos de trabajo en altura.
- Formatos PIP, Liberación de Trabajos, Registro de instalaciones ejecutadas.
- Registro fotográfico, antes, durante y después de la maniobra.

## **6. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

### **6.1. RECURSOS.**

#### **Materiales**

- Plancha galvanizada.
- Arandela plana
- Tuerca hexagonal
- Auto perforante.
- Taco de expansión
- Varilla roscada galvanizada
- Riel unistrut.
- Platina de plancha galvanizada
- Sellador DP 1030
- Cinta de Aluminio.
- Lona ahulada.
- Ducto flexible.



<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 6 de 15
		Fecha : 22/06/16

**Herramientas:**

- Taladro percutor
- Taladro inalámbrico
- Martillo
- Desarmador de golpe
- Expansor
- Extensión trifásica
- Menequees hembra y macho
- Andamios
- Poleas
- Soga
- Wincha métrica
- Tiralíneas
- Tijera de lata
- Luminaria
- Arnés
- Nivel de mano

**Personal:**

- Capataz en ducto.
- Oficial en ducto.
- Ayudantes.
- Ing. Residente.
- Prevencionista.



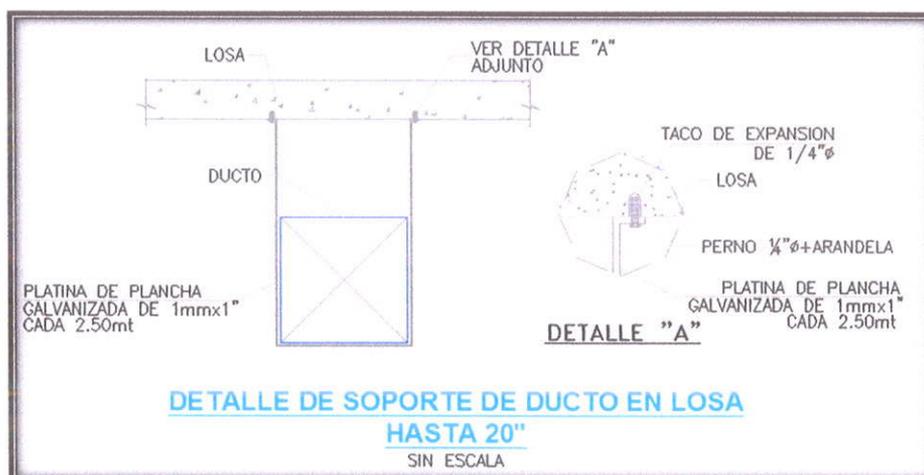
<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 7 de 15
		Fecha : 22/06/16

## 6.2. CONSIDERACIONES PREVIAS

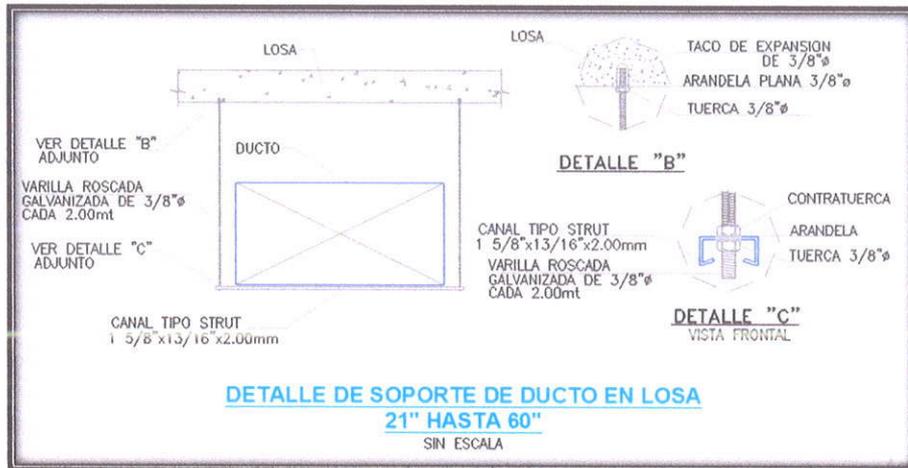
- Todos los materiales a usar serán aprobados previamente por la supervisión de obra.
- Todos los planos serán previamente aprobados por la supervisión de obra, los cuales estarán visados.
- Los espesores de las planchas galvanizadas estarán dados de acuerdo a los rangos establecidos por el SMACNA.

Ancho del ducto	Calibre
Hasta 12"	N° 26
13" hasta 30"	N° 24
31" hasta 45"	N° 22
46" hasta 60"	N° 20
Más de 61"	N° 20
x 1" x 1/8" entre empalmes.	

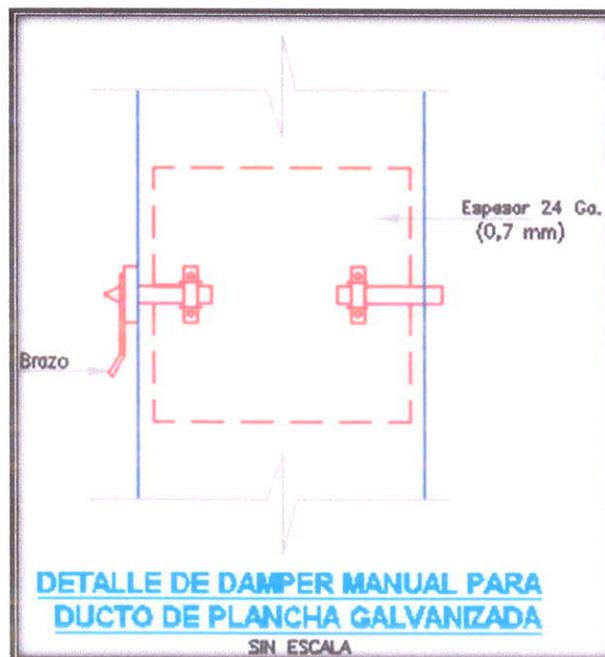
- La soportería se realizará se acuerdo a las siguientes consideraciones:
  1. Para ductos hasta 20 pulgadas platinas de plancha galvanizada de 0.8 mm x 1" y tacos de expansión de 1/4" de diámetro, cada 2.50 metros.
  2. Para ductos mayores a 20 pulgadas con colgadores de varilla galvanizada roscada de 3/8" de diámetro y la base del soporte de canal tipo Unistrut de 1.5/8" x 13/16"x 2.00 mm, cada 2.00 metros



<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 8 de 15
		Fecha : 22/06/16

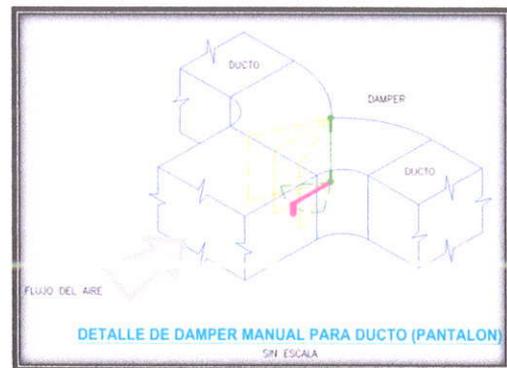
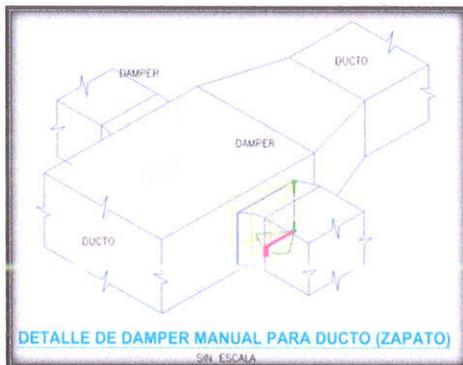


- Los codos se construirán con el radio menor, igual a los 3/4 de la dimensión del ducto en la dirección el giro, donde por limitaciones de espacio no se pueden instalar codos curvos, se instalarán codos rectangulares con guías de doble espesor.
- Se proveerán compuertas manuales en los desvíos de los ductos empleando planchas de hierro galvanizado calibre N° 20, cuyo eje irá apoyado en las caras del ducto con cojinetes de bronce. El eje identificará desde el exterior la posición real de la compuerta.



<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>9 de 15</b>
		Fecha : <b>22/06/16</b>

- Los ductos de ventilación llevaran interiormente dampers para balancear el sistema.



- Se colocara malla antipájaro a la salida de ducto de extracción ubicado en la azotea, la malla será de número 16X3/4" y se instalara a 30° con respecto a la horizontal según el detalle.

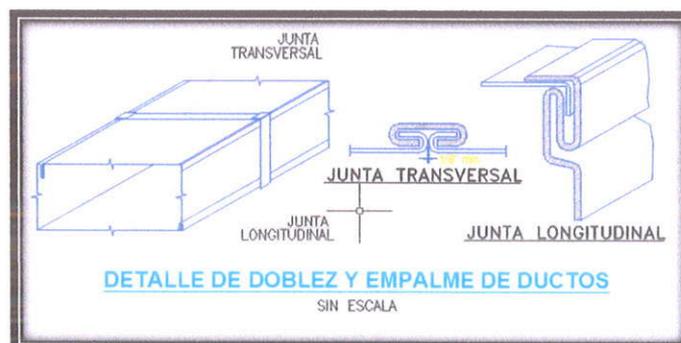


- Las rejillas serán de aletas inclinadas y se fabricarán de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones:
  1. La medida máxima de una pieza es de 36"x36"; para medidas mayores se construirán en varias piezas.
  2. Las rejillas hasta 18" en el lado mayor se construirán con marco de plancha de 1/27" y las aletas de plancha de 1/54".
  3. Las rejillas de 19" hasta 36" en el lado mayor se construirán con marco de plancha de 1/24" y las aletas de plancha de 1/40".

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>10 de 15</b>
		Fecha : 22/06/16

4. Todas las rejillas llevarán un dámper de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para rejillas hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para rejillas mayores a 18".
  5. Todas las rejillas serán pintadas con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color y tipo a definir por el propietario.
  6. Todas las uniones de plancha serán con soldadura de punto.
- Los ductos metálicos que llegaran a obra serán pre-fabricados en los talleres de **COFELY PERU** y serán aislados con cinta fill o plástico azul.
  - Una vez llegado a obra los ductos pre-fabricados se almacenaran en una zona designada. El área se encontrará limpia y los ductos pre-fabricados se colocaran encima de parihuelas, al término de la jornada estos ductos serán tapados con plástico azul.
  - Todos los ductos serán protegidos con cinta fill o plástico azul durante el proceso de armado e instalación.
  - Los ductos metálicos vendrán identificados para un fácil armado.
  - Los ductos se armaran según las dimensiones de los planos de construcción, se unirán a través de correas metálicas entre sí de la siguiente manera:

Ancho del ducto	Empalmes y Refuerzos
Hasta 12"	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
13" hasta 30"	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
31" hasta 45"	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
46" hasta 60"	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros.
Más de 61"	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros con refuerzo ángulo 1" x 1" x 1/8" entre empalmes.



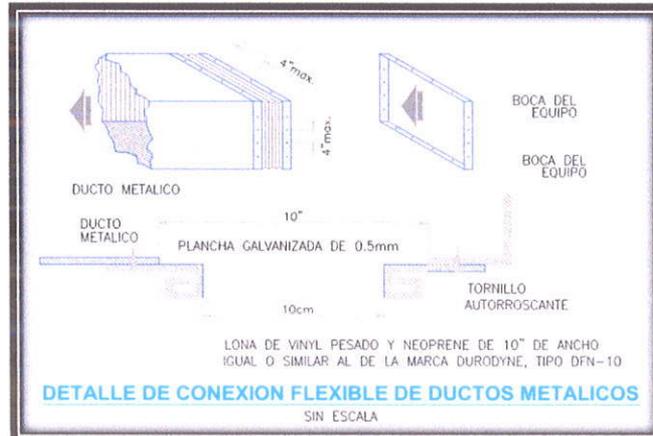
- Luego

de que los ductos se

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>11 de 15</b>
		Fecha : 22/06/16

encuentren armados y unidos entre sí, alrededor de las correderas se aplicara **DP1030** como elemento de hermeticidad para evitar cualquier fuga de aire en el interior de los ductos.

- Los codos, ampliaciones, reducciones y más se definirán de acuerdo a la liberación de interferencias y serán fabricados en los talleres de **COFELY PERU** para posteriormente ser enviados a obra protegidos con citan fill o plástico azul.
- Todos los ductos a instalarse son horizontales, ya que se cuenta con montantes de mampostería.
- El tramo correspondiente a la unión entre los ductos y los equipos (Juntas Flexibles) no forma parte de la liberación de los ductos ya que estarán considerados dentro del procedimiento de instalación de equipos.
- La unión flexible para ductos serán de lona de vinyl pesado de 10" de ancho.



### 6.3. PROCESO DE MONTAJE.

- Se realizaran los protocolos de liberación de trazos.
- Para realizar los trazos se usara tiralínea y se tomara los puntos de referencia de los planos BIM.
- Se verificarán las interferencias y longitudes óptimas con las demás especialidades.
- Una vez aprobados los protocolos se realizara el trazado de los ejes de los soportes con tiralínea, respetando las distancias indicadas en este procedimiento.

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: <b>12 de 15</b>
		Fecha : 22/06/16

- Para la colocación de los soportes primero se realizará la perforación de la estructura para la instalación de tacos de expansión para después instalar las varillas roscadas, esta actividad estará a cargo de un oficial.
- Se procederá a la colocación del soporte donde se requiera, en casos de duda se realizara las consultas por RFI.
- Se realizara la instalación de los ductos de ventilación para luego ser aprobados los protocolos de instalación.
- Se verificara la nivelación horizontal de las instalaciones con el nivel de mano adecuado para su uso.
- Una vez instaladas los ductos horizontalmente a una altura determinada se procederá a hermetizar las uniones faltantes con DP1030 el cual tiene bajo contenido VOC.
- Se realizara la modulación de las rejillas con la supervisión de obra.
- Una vez aprobada la modulación de las rejillas, se procederá con el calado de los ductos y la colocación del aro y/o niple de descarga.
- Al término de la colocación del aro y/o niple de descarga se procederá a hermetizar los empalmes con DP1030 el cual tiene bajo contenido VOC.
- En el caso de ambientes con falso cielo se colocara el ducto flexible, el cual será empalmado con cinta de aluminio al aro y en el otro extremo la caja para la rejilla. Paso siguiente se realizara el calado de la baldosa y/o draywall colocando perfiles para la sujeción de las rejillas, concluyendo con una inspección visual para la verificación del sellando de las uniones.
- En el caso de ambientes con ducto expuesto el niple de descarga se dejara con un marcos para la sujeción de las rejillas, concluyendo con una inspección visual para la verificación del sellando de las uniones.
- Se colocara las rejillas fijando con auto perforantes y se dejaran forradas con cinta fill.

#### **6.4. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL**

- Botas de seguridad con punta de acero
- Guantes de nilón / goma
- Lentes de seguridad
- Protectores auditivos.
- Casco de seguridad / arnés de seguridad
- EPPs Dieléctricos.
- En caso de trabajar sobre bandejas energizadas se colocarán tablas de madera.

<b>PROCEDIMIENTO DE FABRICACION E INSTALACION DE DUCTOS PARA SISTEMA DE VENTILACION MECANICA</b>		
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-01</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 13 de 15
		Fecha : 22/06/16

#### **6.5. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION**

- Se fabricara e instalara los ductos de acuerdo a los planos del Proyecto en su revisión vigente. De manera complementaria se contara con los planos validados por BIM que permitirán visualizar el recorrido de otras instalaciones y de posibles interferencias.
- Luego realizara una revisión de planos y del área con el grupo de trabajo.
- Se analizara las instrucciones para poder planificar esta actividad
- Se verificara la operatividad de los instrumentos a utilizar y el estado de los materiales a instalar.
- El Supervisor de campo deberá de identificar que las áreas colindantes materiales innecesarios además de contar con la cantidad del personal apropiado
- Se deberá de señalar el área de trabajo con cintas, parantes ó cachacos, mallas de seguridad, según sea el caso.
- El área de la instalación deberá de estar libre de obstáculos

#### **6.6. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD**

- Se debe de cumplir una adecuada señalización del área de trabajo
- Se debe de considerar una buena postura para el levantamiento de los ductos metálicos
- Considerar de utilizar driza para los casos que no se pueda levantar los ductos con el personal.
- Durante el trabajo se debe de considerar los riesgos de la actividad, proyección de partículas, explosión, golpes, cortes, aplastamientos, astricción, lumbagos, contactos con productos químicos, caídas de altura y entre otros.
- Los equipos no podrán ser manipulados por personas ajenas a la tarea a su vez no autorizadas.

#### **7. MODO DE ACEPTACION**

- Todos los parámetros especificados en este procedimiento deberán cumplirse de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas del proyecto.
- El registro de verificación de trazo deberá estar firmado por el supervisor de obra.
- El registro de inspección e instalación de ductos debe estar firmado por el supervisor de obra.

#### **8. ANEXOS**

- Protocolo de Trazado PF-HVAC-01-A
- Inspección e Instalación de ductos de Ventilación PF-HVAC-01-B

\_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_

  
**71**

	PROYECTO: <b>TORRE DEL PARQUE</b>	
--	-----------------------------------	--

Cód.: <b>PF-HVAC-01-A</b>	Registro N°: <input type="text"/>	Rev.: <b>0</b>	Hoja: <input type="text"/> de: <input type="text"/>
---------------------------	-----------------------------------	----------------	---

**PROTOCOLO DE TRAZADO**

<u>Ubicación:</u>	<u>Fecha:</u>
<u>Planos de Referencia:</u>	<u>Ejes:</u>
	<u>Nivel:</u>
<u>Plancha galvanizada:</u> <input type="checkbox"/> <u>Plancha de fierro negro</u> <input type="checkbox"/> <u>Tubería SCH 40</u> <input type="checkbox"/> <u>Otros:</u> <input type="checkbox"/>	<u>Dimensión Ducto:</u>
	<u>Dimensión Tubería:</u>

<u>INSPECCION VISUAL</u>	SI	NO	N/A
<b>1.- Trazo de ejes para soportaría.</b>			
1.1 Tiralinea.			
1.2 Laser			
<b>2.- compatibilización con especialidades.</b>			
2.1. Sanitarios.			
2.2. Contraincendios.			
2.3 Bandeja eléctrica.			
2.4. Eléctricos.			
2.5. Seguridad electrónica.			
2.6. otros.			
<b>2.6. Altura compatibilizada.</b>			
.....mt			
<b>3.- Se respete los planos del proyecto y plano BIM, para las compatibilizaciones</b>			
<b>4.- Se liberó el trazo del recorrido de los ductos y/o tuberías</b>			

Observaciones:

.....

.....

.....

Elaborado por		Revisado por		Aprobado	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

	PROYECTO: <b>TORRE DEL PARQUE</b>	
Cód.: <b>PF-HVAC-01-B</b>	C.R./U.O.: <b>2998</b> Registro N°: <input type="text"/>	Rev.: <b>0</b> Hoja: <input type="text"/> de: <input type="text"/>

**PROTOCOLO INSPECCIÓN E INSTALACIÓN DE DUCTOS DE VENTILACIÓN**

<u>Ubicación:</u>	<u>Fecha:</u>
<u>Planos de Referencia:</u>	
Plancha Galvanizada <input type="checkbox"/>	Espesor de la plancha : <input type="text"/> mm
<u>Dimensiones del ducto:</u>	
<b>INSPECCION VISUAL</b>	<b>SI</b> <b>NO</b> <b>N/A</b>
Los materiales de los ductos y soportaría cumplen con las dimensiones según Planos, Especificaciones Técnicas y norma SMACNA.	<input type="checkbox"/>
Para la soportaría de ductos de A.G. hasta 20", serán de platinas de plancha galvanizada de 0.8 mm x 1 pulgadas y tacos de expansión de 1/4" de diámetro, cada 2.50 metros.	<input type="checkbox"/>
Para la soportaría de ductos de A.G. mayores a 20" llevan colgadores de varilla galvanizada roscada de 3/8" de diámetro, separada cada 2.00 m.	<input type="checkbox"/>
Los ductos llevan los dampers para balancear el sistema donde los planos indiquen	<input type="checkbox"/>
Las uniones flexibles para ductos son de lona de vinyl pesado y neoprene	<input type="checkbox"/>
Los ductos donde indique los planos, llevan aislamiento acústico	<input type="checkbox"/>
Esta correctamente alineado (vertical y horizontal mente)	<input type="checkbox"/>
Se respetó los planos BIM , para el montaje de los ductos con ello se verifico la incompatibilidad con las demás especialidades	<input type="checkbox"/>

sketch

Observaciones:

.....

.....

.....

Elaborado por		Revisado por		Aprobado	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

**ANEXO C. Procedimiento de instalación de equipos del sistema de presurización de escalera.**

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: 1
		Página: 1 de 11
		Fecha : 08/03/17

## **PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS**

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 2 de 11
		Fecha : 08/03/17

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Ing. Instalador en HVAC		
Jesus Rojas Herrera		
Firma	Firma	Firma

## INDICE

- 1.- **OBJETIVO**
- 2.- **ALCANCE**
- 3.- **DEFINICIONES**
  - 3.1 Malla Antipájaro.
  - 3.2 Filtro de aluminio.
  - 3.3 Colgador.
  - 3.4 Soporte.
  - 3.5 Resorte.
- 4.- **DOCUMENTACION APLICABLE**
- 5.- **RESPONSABILIDADES**
- 6.- **DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**
  - 6.1.- **RECURSOS**
  - 6.2.- **CONDICIONES PREVIAS**
    - 6.2.1 Instalación de la Unidad de Presurización de escaleras
    - 6.2.2 Dámper de alivio

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: 1
		Página: 3 de 11
		Fecha : 08/03/17

### 6.2.3 Instalación de rejilla de presurización de escaleras y ducto galvanizado:

6.3.- PROCESO DE MONTAJE

6.4.- EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

6.5.- CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION

6.6.- CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

7.- MODO DE ACEPTACION

8.- ANEXOS

#### 1. OBJETIVO

El objeto de este procedimiento es describir como se realizará la instalación y montaje de los equipos de HVAC.

#### 2. ALCANCE

Aplicable a todos los ambientes donde aplique el sistema de presurización de escaleras.

#### 3. DEFINICIONES

##### 3.1 Malla Antipájaro.

Mallas que se usan para prevenir daños causados por aves anidando entre edificios o simplemente por razones de salud.

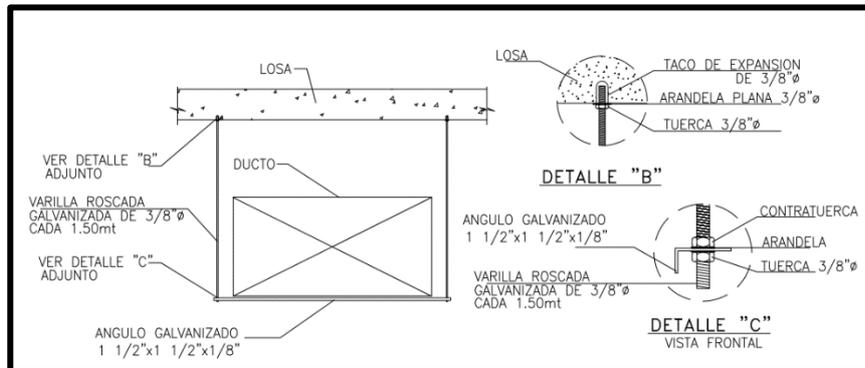
##### 3.2 Filtro de aluminio.

Es un filtro que permite capturar el polvo, tierra, pelusa u otros contaminantes aerotransportados.

##### 3.3 Colgador.

Son el conjunto de elementos (espárragos, tuerca, arandela, ángulos) diseñados para alojar y sostener el ducto distribución y colección de aire en el sistema HVAC a lo largo de su trayectoria. El colgador será de acabado electrogalvanizado.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 4 de 11
		Fecha : 08/03/17



**Detalle de Soporte de ducto en losa  
Plancha Galvanizada**

### 3.4 Soporte.

Es una base de concreto sobre el cual se sienta el resorte y el equipo.



**Base de concreto para equipos de presurización de  
escaleras en Sótanos**

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: 1
		Página: 5 de 11
		Fecha : 08/03/17



*Base de concreto para equipos de presurización de escaleras en Azotea*

### **3.5 Resorte.**

Se conoce como resorte a un operador elástico capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido.

## **4. DOCUMENTACIÓN APLICABLE**

- Planos y EETT del proyecto.
- Normas:
  - Normas y especificaciones indicadas en los planos y documentos del proyecto.
  - Manual de ASHRAE ( American Society of Heating, Refrigeration & Air conditioner Engineers)
  - NFPA

## **5. RESPONSABILIDADES**

### **Gerente de Proyecto**

- Planificar la actividad de procura y habilitación de los equipos.
- Verificar el estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas de fabricación, procura de materiales y fabricación de estructuras, establecidas en el alcance del contrato.
- Hacer cumplir las actividades señaladas en la presente instrucción.
- Verificar e inspeccionar las instalaciones para que cumplan con los estándares de calidad.
- Realizar la asignación y distribución de recursos para cumplir con las fechas de entrega pactadas.

### **Residente de Obra**

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 6 de 11
		Fecha : 08/03/17

- Es el responsable por la implementación y difusión de este procedimiento.
- Liderara la inspección de las áreas de instalación para detectar posibles riesgos y oportunidades en el desarrollo de la maniobra, actualizar el plan de instalación de equipos.
- Dirigir y supervisar el Layout de instalación de anclajes de equipos de acuerdo a los planos correspondientes y actualizados.
- Dirigir y supervisar el empleo apropiado de los recursos de anclaje siguiendo las buenas prácticas para la maniobra asegurando que cumplan el cometido de su instalación.
- Supervisar y validar los soportes instalados que correspondan a lo especificado en los planos & Anexos concernientes del proyecto.
- Dirigir y supervisar el izaje y puesta de los equipos, que correspondan a lo especificado en los planos & anexos concernientes del proyecto.
- Completar el formato de conformidad de maniobra.
- Hacer cumplir las normativas LEED que son un requerimiento de este proyecto.

#### **Personal Operativo.**

- El personal operativo del montaje debe ser calificado en las técnicas de fabricación de soportes, anclaje de soportes, colgadores y montaje de equipos HVAC.
- Cumplir las indicaciones del ingeniero de producción y supervisor de campo
- Usar el equipo de protección personal (EPP) antes, durante y después del desarrollo de la maniobra.
- Verificar que los equipos y herramientas asignados al personal operativo se encuentren en condiciones que cumplan las buenas prácticas de calidad y seguridad.
- Cumplir las normas LEED que son un requerimiento de este proyecto.

#### **Prevencionista de Riesgos**

- Instruir al equipo de trabajo para completar el documento de análisis seguro de trabajo (AST) y dar cumplimiento al plan de gestión de calidad y plan de seguridad del proyecto.
- Co-lidera las actividades del Jefe de producción y ejecuta los trabajos operativos de la maniobra.
- Implementar la demarcación de la sección de maniobra, clasificada en categoría de alto riesgo usando cinta de seguridad color rojo.
- Verificar el uso obligatorio de arneses de seguridad, si la altura del punto instalación supera los 1.80 mts. (6 pies) de altura referente al nivel del piso de la sección de instalación.
- Ejecutar los trabajos correspondientes cumpliendo con los procedimientos del SGC y SSOMA.

## **6. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

### **6.1. RECURSOS.**

#### **Materiales**

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 7 de 11
		Fecha : 08/03/17

- Neoprene.
- Perno expansión
- Taco de expansión
- Varilla roscada
- Tuerca y arandela.
- Aislante de vibraciones.
- Riel strut
- Tubería conduit flexible
- Cinta vulcanizante
- Cinta aislante

**Herramientas:**

- Taladro percutor
- Martillo
- Extensión trifásica
- Escalera tijera.
- Menequees hembra y macho
- Andamios
- Poleas
- Soga
- Luminaria
- Arnés
- Nivel de mano
- Medios de transporte ( camiones ,etc)
- Extintores

**Personal:**

- Capataz
- Oficial
- Ayudantes.
- Ing. Residente.
- Prevencionista.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 8 de 11
		Fecha : 08/03/17

## 6.2 CONSIDERACIONES PREVIAS

- Para iniciar el montaje de los equipos de presurización, se deben haber completado los siguientes trabajos:
- Tener los planos, legible, con la mayor cantidad de detalles posibles. Estos detalles deben salir de la visita en obra teniendo en cuenta algunas interferencias menores propias de obra.
- Tener los soportes y colgadores fabricados.
- El área donde se instalarán los equipos y soportes deben estar limpios y libres de acceso.
- Las herramientas de anclaje e izaje de bases deben estar limpias y en buen estado.
- El personal de montaje debe conocer las técnicas de fabricación de soportes y colgadores, anclaje de soportes y colgadores, montaje de equipos.
- Se deberá inspeccionar los equipos de HVAC para determinar:
  - ✓ Peso
  - ✓ Centro de gravedad
  - ✓ Puntos de amarre para el izaje.
- El acceso para el punto donde se anclara el equipo debe estar definido y despejado. En caso de uso de grúa y esta no pueda dejar al equipo en su base definitiva, se realizaran maniobras de acarreo antes, y se deberá buscar un punto de anclaje temporal para este equipo.
- Si es necesario hacer acarreo del equipo, hay que seleccionar y preparar las herramientas de maniobra tales como: Tecles, triford, ganchos, estrobos, fajas y sogas, cadenas, tubos andamios.

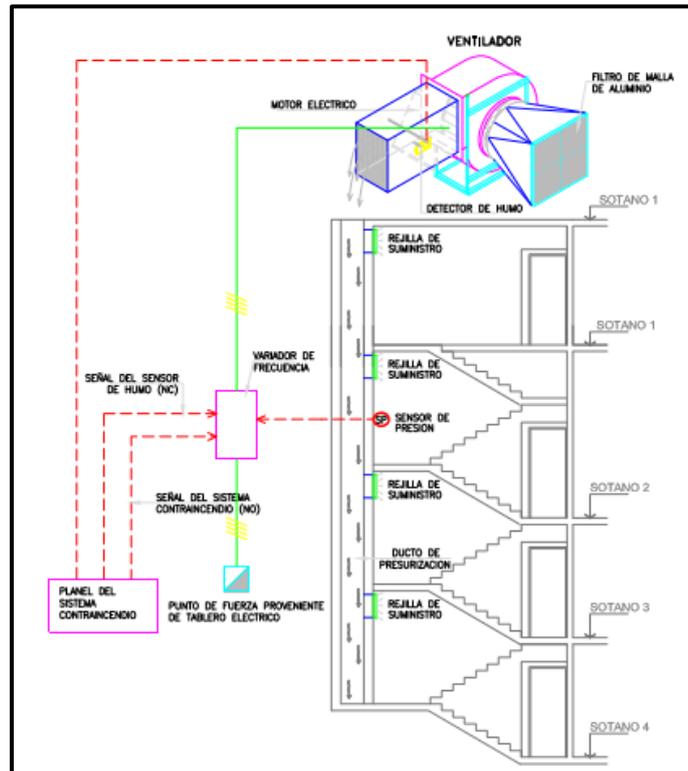
### 6.2.1 Instalación de la Unidad de Presurización de escaleras:

Los ventiladores centrífugos de línea y los ventiladores centrífugos de simple entrada para el sistema de presurización de escaleras y se anclara con taco de expansión de 3/8" varilla roscada, tuerca y arandela. Entre el equipo y la losa se colocara un amortiguador tipo resorte indicados por el fabricante para amortiguar la vibración.

Con el fin de aislar la vibración y ruidos a la fuente, se colocara una junta flexible, que consta de una tela que está asegurada a la hoja de metal en ambos lados del equipo.

Identificar el punto eléctrico, luego verificar las fases correctas del cableado. Se procede a entubar del punto eléctrico al motor con tubería conduit flexible. Posteriormente para unir la tubería flexible al motor se utiliza conectores herméticos rectos. Luego se pasa el cable de fuerza NH-80 INDECO desde el punto hasta el motor, el empalme se realizara con cinta vulcanizante y cinta de acabado.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 9 de 11
		Fecha : 08/03/17



*Detalle de la unidad de presurización de escaleras*

### 6.2.2 Dámper de alivio:

Dámper de alivio, su función es extraer el aire sobrante de un recinto hacia el exterior o a otro recinto cuando la presión existente es superior a la necesaria, también para prevenir flujos inversos de la corriente de aire en sistemas de ventilación de baja presión y baja velocidad. La compuerta se abre con la presión del aire permitiendo la salida y evitando sobrepresiones en la línea de aire.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 10 de 11
		Fecha : 08/03/17



*Dámper de alivio*

### 6.2.3 Instalación de rejilla de presurización de escaleras y ducto galvanizado:

En la instalación de la rejilla de presurización se coloca auto perforante en el marco de la rejilla para sujetarlo. Las rejillas de presurización de escaleras están instaladas en el ducto de mampostería de la montante. El material será según especificaciones técnicas.



*Rejillas de Presurización de Escaleras*

### 6.3 PROCESO DE

### MONTAJE.

- Dejar el equipo en la ubicación prevista, con la ayuda de un vehículo de carga o el mismo vehículo que lo transporta según sea el caso, que depende del acceso del camión grande a la zona de izaje.
- Ubicar el vehículo o personal requerido para el acarreo y maniobra de montaje.
- Instalar punto de anclaje a la parte superior de la ubicación del equipo.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 11 de 11
		Fecha : 08/03/17

- Colocación del tecele y las eslingas.
- Perforación de la base de concreto para la colocación de perno de expansión de 5/8".
- Se procede a instalar los amortiguadores.
- Se procede al izaje del equipo.
- Anclar el equipo a los amortiguadores con la base de concreto.

#### **6.4 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL**

- Botas de seguridad con punta de acero
- Guantes de nilón / goma
- Casaca de soldador
- Lentes de seguridad
- Protectores auditivos.
- Casco de seguridad / arnés de seguridad

#### **6.5 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION**

- Se instalara los equipos de acuerdo a los planos del Proyecto en su revisión vigente. De manera complementaria se contara con los planos validados y planos BIM.
- Luego realizara una revisión de planos y del área con el grupo de trabajo.
- Se analizara las instrucciones para poder planificar esta actividad
- Se verificara la operatividad de los instrumentos a utilizar y el estado de los materiales a instalar.
- El supervisor de campo deberá de identificar que las áreas colindantes materiales innecesarios además de contar con la cantidad del personal apropiado
- Se deberá de señalar el área de trabajo con cintas, parantes o cachacos, mallas de seguridad, según sea el caso.
- El área de la instalación deberá de estar libre de obstáculos

#### **6.6 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD**

- Se debe de cumplir una adecuada señalización del área de trabajo
- Se debe de considerar una buena postura para el levantamiento de los ductos metálicos
- Considerar de utilizar driza para los casos que no se pueda levantar los ductos con el personal.

	<b>PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	
<b>PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>	<b>PC-HVAC-06.3</b>
		Revisión: <b>1</b>
		Página: 12 de 11
		Fecha : 08/03/17

- Durante el trabajo se debe de considerar los riesgos de la actividad, proyección de partículas, explosión, golpes, cortes, aplastamientos, astricción, lumbagos, contactos con productos químicos, caídas de altura y entre otros.
- Los equipos no podrán ser manipulados por personas ajenas a la tarea a su vez no autorizadas.

## **7. MODO DE ACEPTACION**

- Todos los parámetros especificados en este procedimiento deberán cumplirse de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas del proyecto.
- Se realiza el Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso.
- Se verificara la correcta instalación mecánica y eléctrica al equipo.
- Los equipos de HVAC se han instalado según se está indicando en el plano.
- Los ventiladores se encuentran instalados con un amortiguador antivibratorio.
- Verificar que las estructuras de los equipos de HVAC han sido fabricadas conforme a las especificaciones técnicas.

## **8. ANEXOS**

FC-HVAC-05-A (Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso)

FC-HVAC-06-B (Registro de Inspección e Instalación de Difusores, Rejillas y Dámper).

## **ANEXO D. Protocolo de inspección de equipos**

PROYECTO: **TORRE DEL PARQUE**

Cód.: **FC-HVAC-05-A**

Registro N°: **SI-P-01** Rev.: **3**

Hoja: **1** de:

**Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso**

<b>Ubicación:</b> <i>SOTANO 1</i>	<b>Fecha:</b>
<b>Plano de referencia:</b> <i>IM-05</i>	<b>Ambiente:</b> <i>Cuarto de Presurización</i>
<b>Sistema de Extracción de Monóxido</b> <input type="checkbox"/>	<b>Sistema de Presurización de Escaleras</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Equipo de Extracción</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Equipo de Inyección</b> <input type="checkbox"/>	

<b>INSPECCION VISUAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
Los componentes de los equipos del Sistema de extracción de monóxido y/o presurización de escaleras se encuentran en buen estado de fabricación.	/		
Los equipos de del Sistema de extracción de monóxido y/o presurización de escaleras se encuentran conforme para el buen funcionamiento del sistema y sus componentes.	/		
Los extractores y ventiladores se encuentran instalados con un amortiguador antivibratorio.	/		
Fije en forma segura el equipo a la base de concreto.	/		
La unión flexible entre ducto y equipo será de lona de vinyl pesado y neoprene de 10 "de ancho según plano IM-21-22-23.	/		
En la llegada al equipo, los ductos cuentan con soporte para su fijación.			
Se instalaron los filtros de malla de aluminio de acuerdo al plano IM-05 e IM-17	/		
Las conexiones eléctricas y sus componentes cumplen los estándares nacionales e internacionales vigentes.	/		
La conexión eléctrica se realizó de acuerdo a la indicación de fases del contratista eléctrico.	/		
La tubería flexible cumple con las características aprobadas por las normas nacionales e internacionales.	/		

<b>Datos técnicos del proyecto</b>	
<u>Equipo</u>	<i>VP-1</i>
<u>Caudal</u>	<i>16 500 CFM</i>
<u>Caída de presión</u>	<i>3.0</i>
<u>Velocidad</u>	<i>882 RPM</i>
<u>Tipo</u>	<i>Centrifugo en línea</i>
<u>Motor</u>	<i>380v / 3φ / 60Hz</i>
<u>Marca</u>	<i>COOK</i>
<u>Modelo</u>	<i>402-SQ1-HP</i>
<u>Peso</u>	<i>360 Kg</i>

<b>Datos del equipo</b>	
<u>Equipo</u>	<i>VP-1</i>
<u>Caudal</u>	<i>16 500 CFM</i>
<u>Caída de presión</u>	<i>3.0</i>
<u>Velocidad</u>	<i>962 RPM</i>
<u>Tipo</u>	<i>Centrifugo en línea</i>
<u>Motor</u>	<i>380v / 3φ / 60Hz</i>
<u>Marca</u>	<i>GREENHECK</i>
<u>Modelo</u>	<i>TCB-2-36-200</i>
<u>Peso</u>	<i>547.94 Kg</i>

PROYECTO: **TORRE DEL PARQUE**

Cód.: **FC-HVAC-06-A**

Registro N°:

Rev.: **3**

Hoja: **2** de:

**Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso**

Datos técnicos del proyecto	
Equipo	V P-2
Caudal	16 500 CFM
Caída de presión	3.0
Velocidad	882 RPM
Tipo	Centrifugo en Línea
Motor	380V/3φ/60 Hz
Marca	COOK
Modelo	402 S81- HP
Peso	360 Kg

Datos del equipo	
Equipo	V P-2
Caudal	16 500 CFM
Caída de presión	3.0
Velocidad	962 RPM
Tipo	Centrifugo en Línea
Motor	380V/3φ/60 Hz
Marca	GREENHECK
Modelo	TCB-2-36-200
Peso	547.94 Kg

**sketch**

**Observaciones:**

.....  
 .....  
 .....

Elaborado por:

Nombre / Función:  
*Jesus Herrera Lopez*

D: \_\_\_\_\_  
 M: \_\_\_\_\_  
 A: \_\_\_\_\_

**CRISTIAN ROSAS HERRERA**  
 INGENIERO RESIDENTE  
 EDIFICIO TORRE DEL PARQUE

Revisado por:

Nombre / Función:  
*J.M.*

D: \_\_\_\_\_  
 M: \_\_\_\_\_  
 A: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_  
 JEFE DE INSTALACIONES ELECTROMECANICAS  
 CR 29980 EDIFICIO TORRE DEL PARQUE

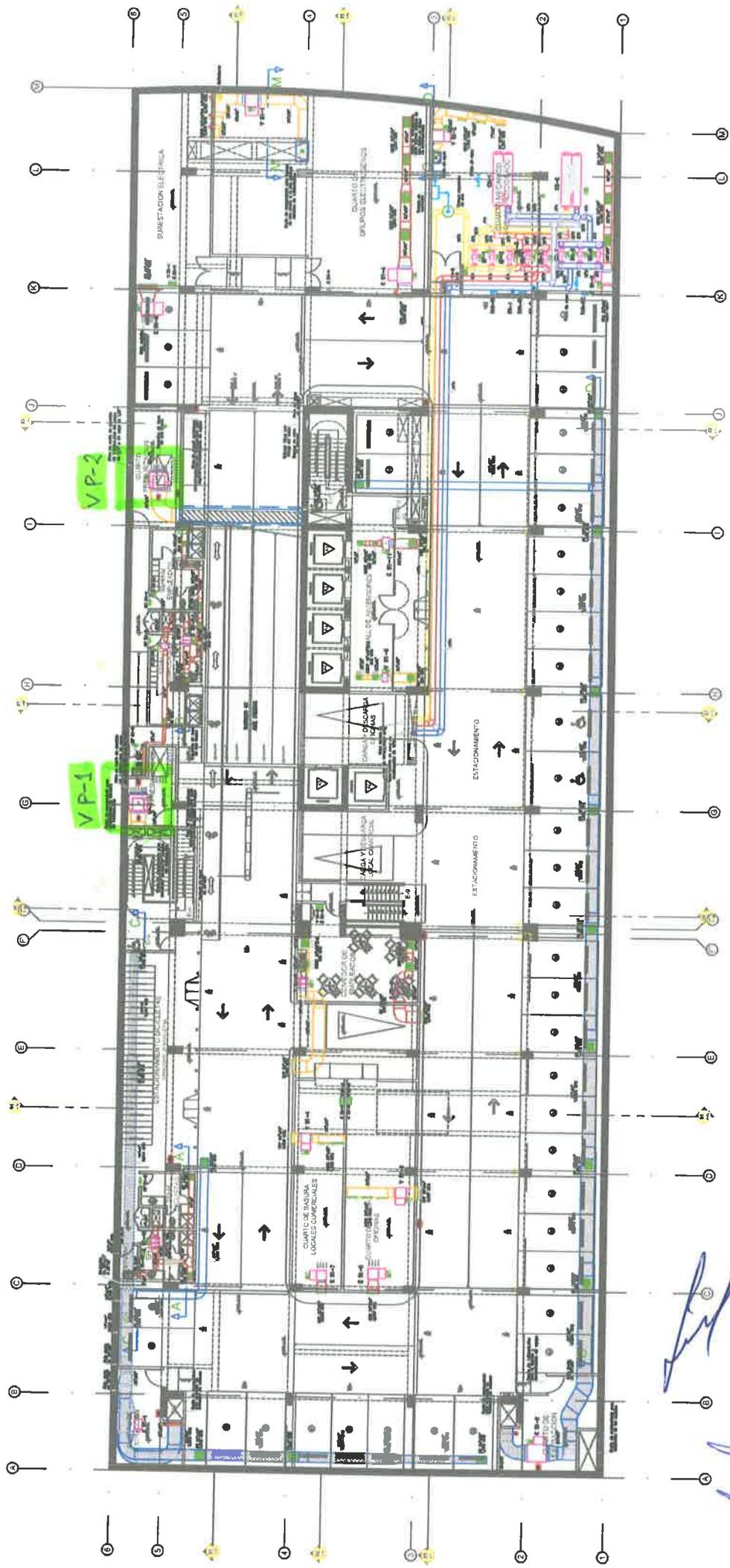
Aprobado:

Nombre / Función:  
*Jose...*

D: \_\_\_\_\_  
 M: \_\_\_\_\_  
 A: \_\_\_\_\_

15  
 05  
 17

SOTANO 1



*[Handwritten signatures and marks in blue ink]*

Filtro de malla de aluminio  
de 1.15m x 1.15m 02 capas  
de 1/4" o 01 capa de 1/2"

# CUARTO PRESURIZACION

36" x 32"

VP<sup>2</sup> TMT-3.70

Proyeccion de toma  
de aire fresco

Muro de drywall cortafuego  
de 1.40m x 1.40m para  
ingreso y mantenimiento de equipo

Equipo del Sistema de Presurización de Escaleras Liberado.



VF

CTO.

VP-1 PRESU

38" x 38"

NPT-4.10

Equipo del Sistema de Presurización de Escaleras Liberado

PROYECTO: **TORRE DEL PARQUE**

Cód.: **FC-HVAC-05-A**

Registro N°: **N11-P.02** Rev.: **3**

Hoja: **1** de: **3**

**Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso**

<b>Ubicación:</b> <b>AZOTEA</b>	<b>Fecha:</b> <b>08.05.17</b>
<b>Plano de referencia:</b>	<b>Ambiente:</b> <b>AZOTEA</b>
<b>Sistema de Extracción de Monóxido</b> <input type="checkbox"/>	<b>Sistema de Presurización de Escaleras</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Equipo de Extracción</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Equipo de Inyección</b> <input type="checkbox"/>	

<b>INSPECCION VISUAL</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>N/A</b>
Los componentes de los equipos del Sistema de extracción de monóxido y/o presurización de escaleras se encuentran en buen estado de fabricación.	/		
Los equipos de del Sistema de extracción de monóxido y/o presurización de escaleras se encuentran conforme para el buen funcionamiento del sistema y sus componentes.	/		
Los extractores y ventiladores se encuentran instalados con un amortiguador antivibratorio.	/		
Fije en forma segura el equipo a la base de concreto.	/		
La unión flexible entre ducto y equipo será de lona de vinyl pesado y neoprene de 10 "de ancho según plano IM-21-22-23.	/		
En la llegada al equipo, los ductos cuentan con soporte para su fijación.	/		
Se instalaron los filtros de malla de aluminio de acuerdo al plano IM-05 e IM-17	/		
Las conexiones eléctricas y sus componentes cumplen los estándares nacionales e internacionales vigentes.	/		
La conexión eléctrica se realizó de acuerdo a la indicación de fases del contratista eléctrico.	/		
La tubería flexible cumple con las características aprobadas por las normas nacionales e internacionales.	/		

<b>Datos técnicos del proyecto</b>	
<b>Equipo</b>	<b>V P-3</b>
<b>Caudal</b>	<b>22 000 CFM</b>
<b>Caída de presión</b>	<b>2.5</b>
<b>Velocidad</b>	<b>1725 RPM</b>
<b>Tipo</b>	<b>Centrifugo Simple Entrada</b>
<b>Motor</b>	<b>20HP/380V/3φ/60Hz</b>
<b>Marca</b>	<b>COOK</b>
<b>Modelo</b>	<b>445 CPS</b>
<b>Peso</b>	<b>820 Kg</b>

<b>Datos del equipo</b>	
<b>Equipo</b>	<b>V P-3</b>
<b>Caudal</b>	<b>22 000 CFM</b>
<b>Caída de presión</b>	<b>2.5</b>
<b>Velocidad</b>	<b>1725 RPM</b>
<b>Tipo</b>	<b>Centrifugo Simple Entrada</b>
<b>Motor</b>	<b>20HP/380V/3φ/60Hz</b>
<b>Marca</b>	<b>GREENHECK</b>
<b>Modelo</b>	<b>USF-336-10-B1-200</b>
<b>Peso</b>	<b>-</b>

PROYECTO: **TORRE DEL PARQUE**

Cód: **FC-HVAC-05-A**

Registro N°: **N11-P-02** Rev: **3**

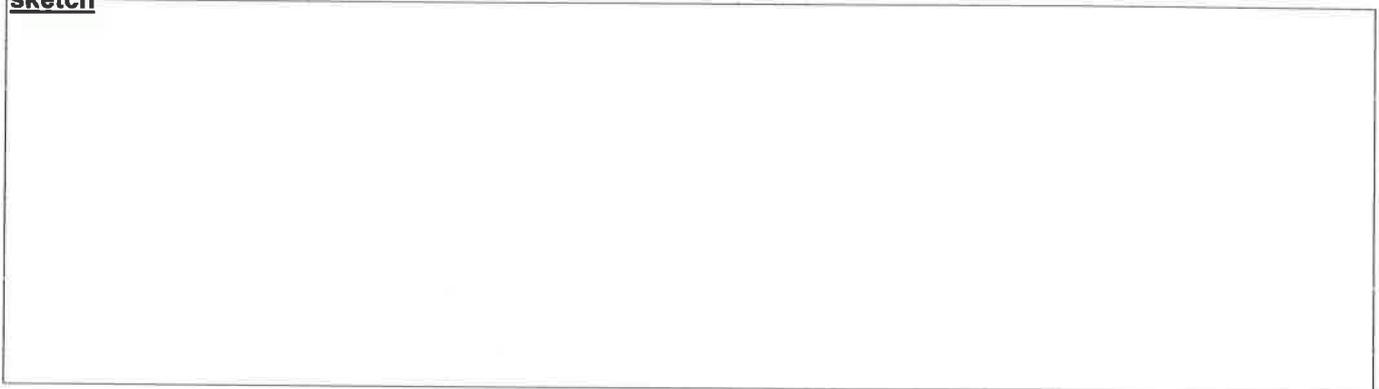
Hoja: **2** de: **3**

**Protocolo de Inspección de Equipos a Nivel de Piso**

Datos técnicos del proyecto	
Equipo	V P-4
Caudal	22 000 CFM
Gaída de presión	2.5
Velocidad	1725 RPM
Tipo	Centrifugo Simple Entrada
Motor	20HP/380V/3φ/60Hz
Marca	COOK
Modelo	445 CPS
Peso	820 Kg

Datos del equipo	
Equipo	V P-4
Caudal	22 000 CFM
Gaída de presión	2.5
Velocidad	1725 RPM
Tipo	Centrifugo Simple Entrada
Motor	20HP/380V/3φ/60Hz
Marca	GREENHECK
Modelo	USE-336-10-B1-200
Peso	-

sketch



Observaciones:

.....  
 .....  
 .....

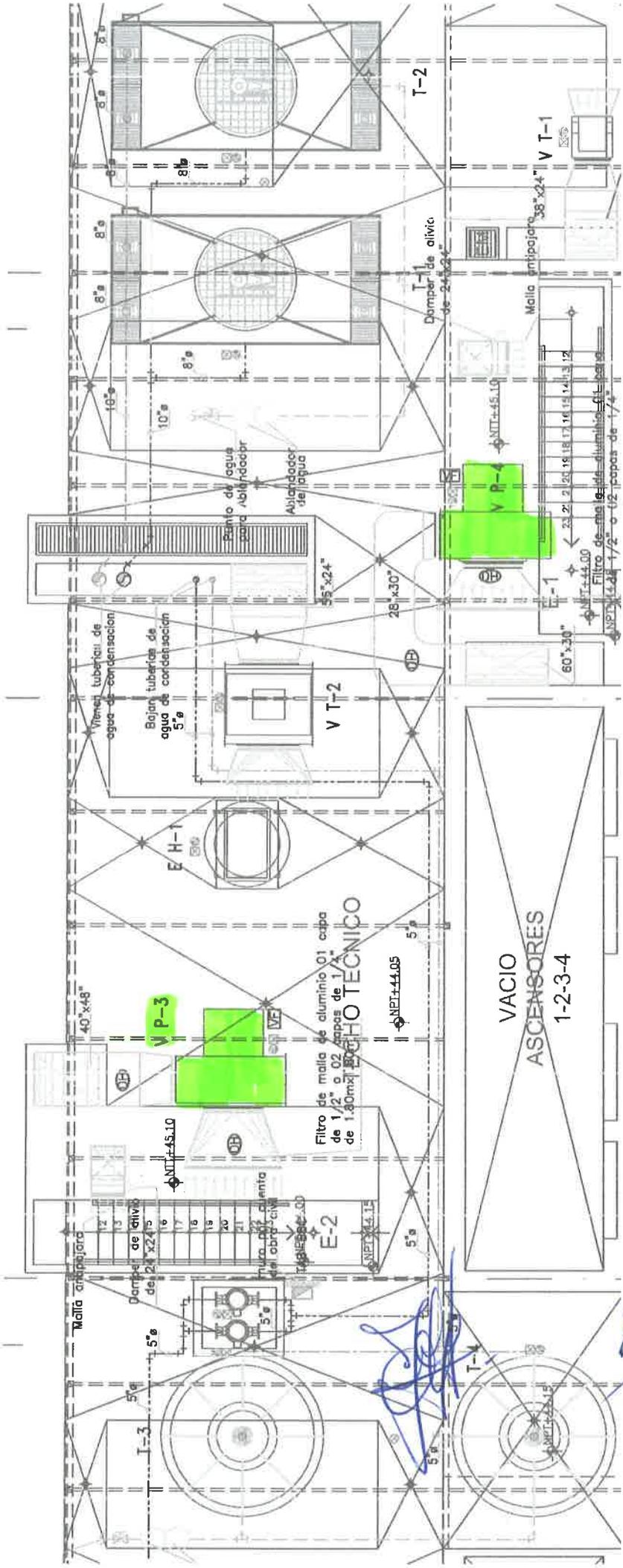
Elaborado por:  
 D:  
 M:  
 A:  
 Firma: **CRISTHIAN ROJAS HERRERA**  
 INGENIERO RESIDENTE  
 EDIFICIO TORRE DEL PARQUE

Revisado por:  
 / Función:  
 Nombre:  
 Firma: **GELO ASCENCIO DI**  
 AN 1998ED NG. OPLAIDAD PARQUE  
 CR EDIFICIO TORRE DEL

Aprobado:  
 (Seal and signature)

3/3  
N11-2-02

AZOTEA



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

Equipo V P-3 , V P-4 liberado del Sistema de Presurización de Escaleras



**ANEXO E. Registro de inspección e instalación de difusores, rejillas y  
dámpers**

PROYECTO: **TORRE DEL PARQUE**

Cód: **FC-HVAC-06-B** Registro N°: **N10-2** Rev.: **3** Hoja: **1** de: **16**

**Registró de Inspección e Instalación de Difusores, Rejillas y Dámpers**

<b>Ubicación:</b> Pisos Típicos - PISO3 - PISO2 - MEZANINE	<b>Fecha:</b> 14.03.17
<b>Planos de Referencia:</b> Pisos - SOTANOS ZH-02, ZH-03, ZH-04, ZH-05, ZH-06, ZH-07, ZH-09, ZH-10	
<b>Sistema:</b> PRESURIZACIÓN ESCALERAS	<b>Ambiente:</b>
<b>Rejillas</b>	<b>Dámper</b>
<b>Rejillas de Extracción</b> <input type="checkbox"/>	<b>Dámper Gravedad</b> <input type="checkbox"/>
<b>Rejillas de Suministro</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Dámper Cortafuego</b> <input type="checkbox"/>
<b>Rejillas de Retorno</b> <input type="checkbox"/>	<b>Dámper de alivio</b> <input type="checkbox"/>
<b>Rejilla de retorno lineal</b> <input type="checkbox"/>	<b>Dámper manual</b> <input type="checkbox"/>
<b>Difusor lineal</b> <input type="checkbox"/>	<b>Otros:</b> <input type="checkbox"/>
<b>Difusor:</b> <input type="checkbox"/>	

INSPECCION VISUAL	SI	NO	N/A
Los accesorios a liberar se encuentran en buen estado de fabricación.	/		
Los accesorios a liberar se han instalado según la ubicación que indica el plano as built.	/		
Los difusores y rejillas cuentan con dámper para regular el caudal.	/		
El ducto flexible que baja hacia las rejillas/difusores se encuentra en buen estado.			/
Los difusores y las rejillas de retorno lineal se han instalado según las características técnicas que indican en el plano.			/

**sketch**

**Observaciones:**

.....

.....

.....

Elaborado por:

Nombre / Función: <i>[Signature]</i>	D: 14
Firma: <i>[Signature]</i>	M: 03
<b>CRISTHIAN ROJAS HERRERA</b> INGENIERO RESIDENTE EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	A: 17

Revisado por:

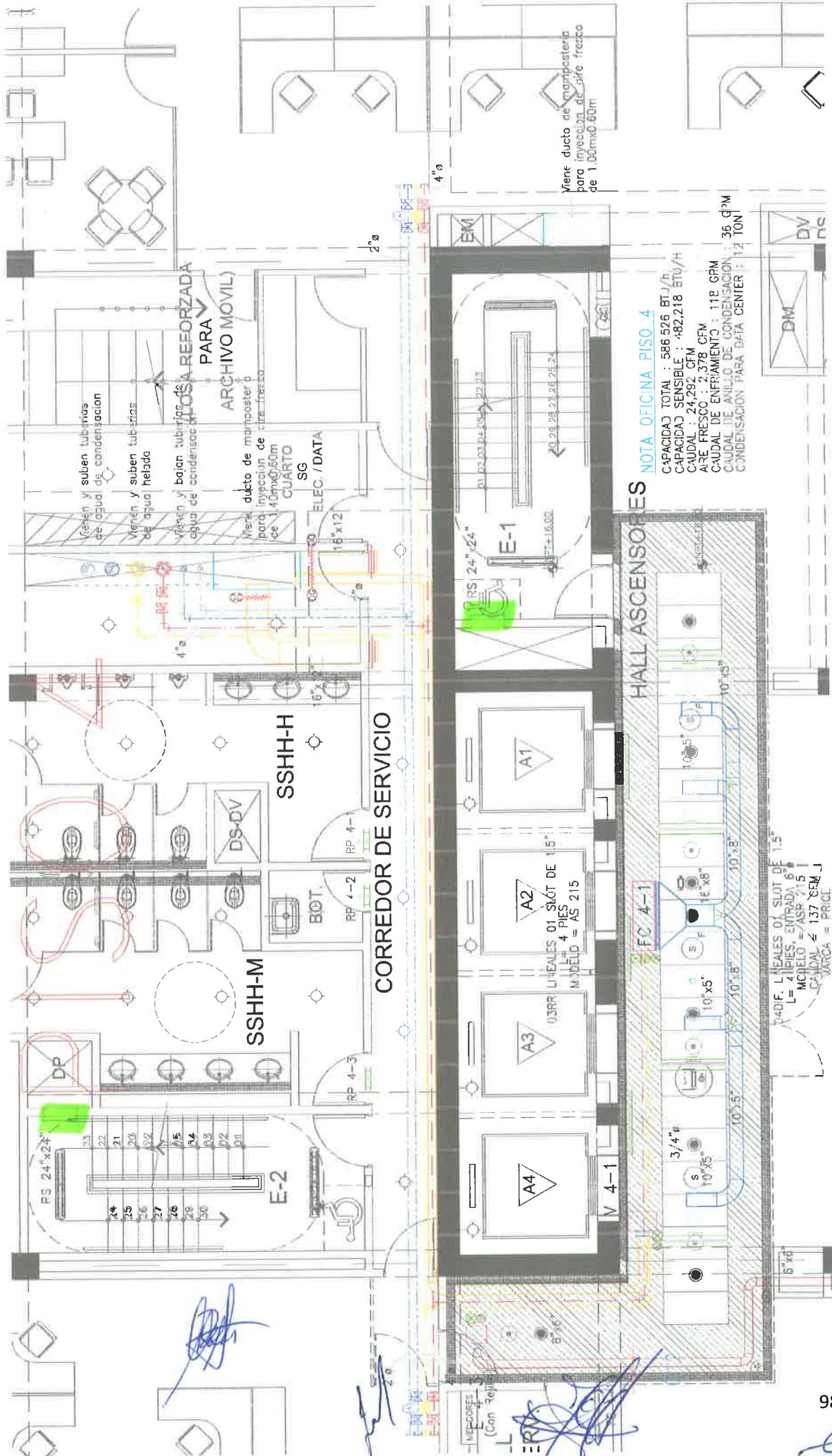
Nombre / Función: <i>[Signature]</i>	D: 14
Firma: <i>[Signature]</i>	M: 03
<b>ANGELO ASCENCIO DIONISIO</b> INGENIERO EN CALIDAD CR 2998 EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	A: 17

Aprobado:

Nombre / Función: <i>[Signature]</i>	D: 14
Firma: <i>[Signature]</i>	M: 03
<b>INGENIEROS CIVILES</b> <i>[Stamp]</i>	A: 17

10/16  
N10-02

PISO 4



**NOTA OFICINA PISO 4**  
 CAPACIDAD TOTAL : 586 526 BTU/H  
 CAPACIDAD SENSIBLE : +82.218 BTU/H  
 CAUDAL : 24.292 CFM  
 AIRE FRESCO : 2.378 CFM  
 CAUDAL DE ENFRIAMIENTO : 118 GPM  
 CAUDAL DE ANILLO DE CONDENSACION : 36 GPM  
 CONDENSACION PARA DATA CENTER : 12 TON

Viene ducto de mampostería para inyección de aire fresco de 1.00mx0.60m

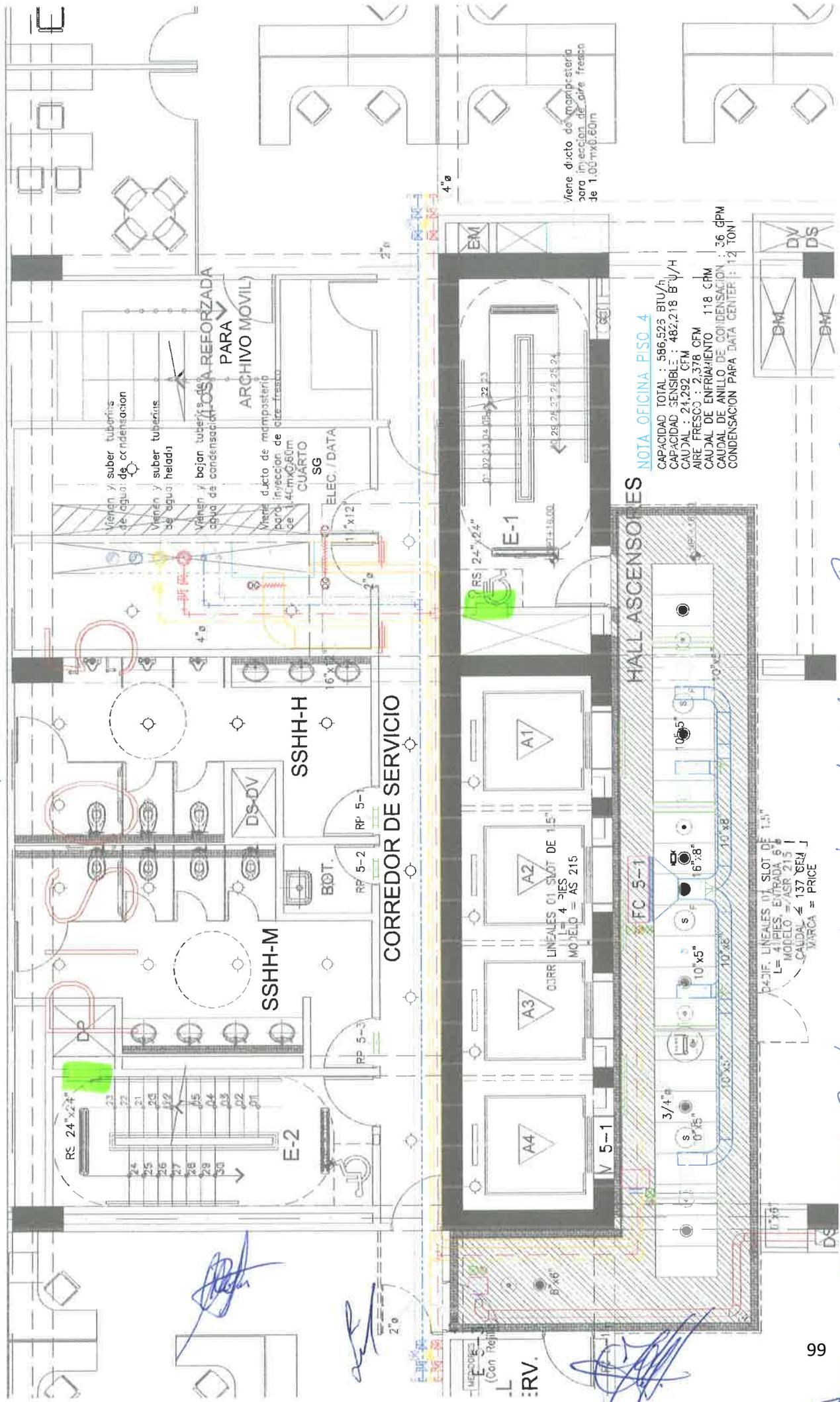
Viene ducto de mampostería para inyección de aire fresco de 1.40mx0.60m

4" DIF. LINEALES 01 SLOT DE 1.5"  
 L= 4 PIES, ENTRADA 6"  
 MCHIELO = ASP 215  
 CAUDAL <= 137 GPM  
 MARCA = PRICE

*Regillas de Suministro del Sistema de Presurización de Escaleras*

11/16  
N10-02

P150 5



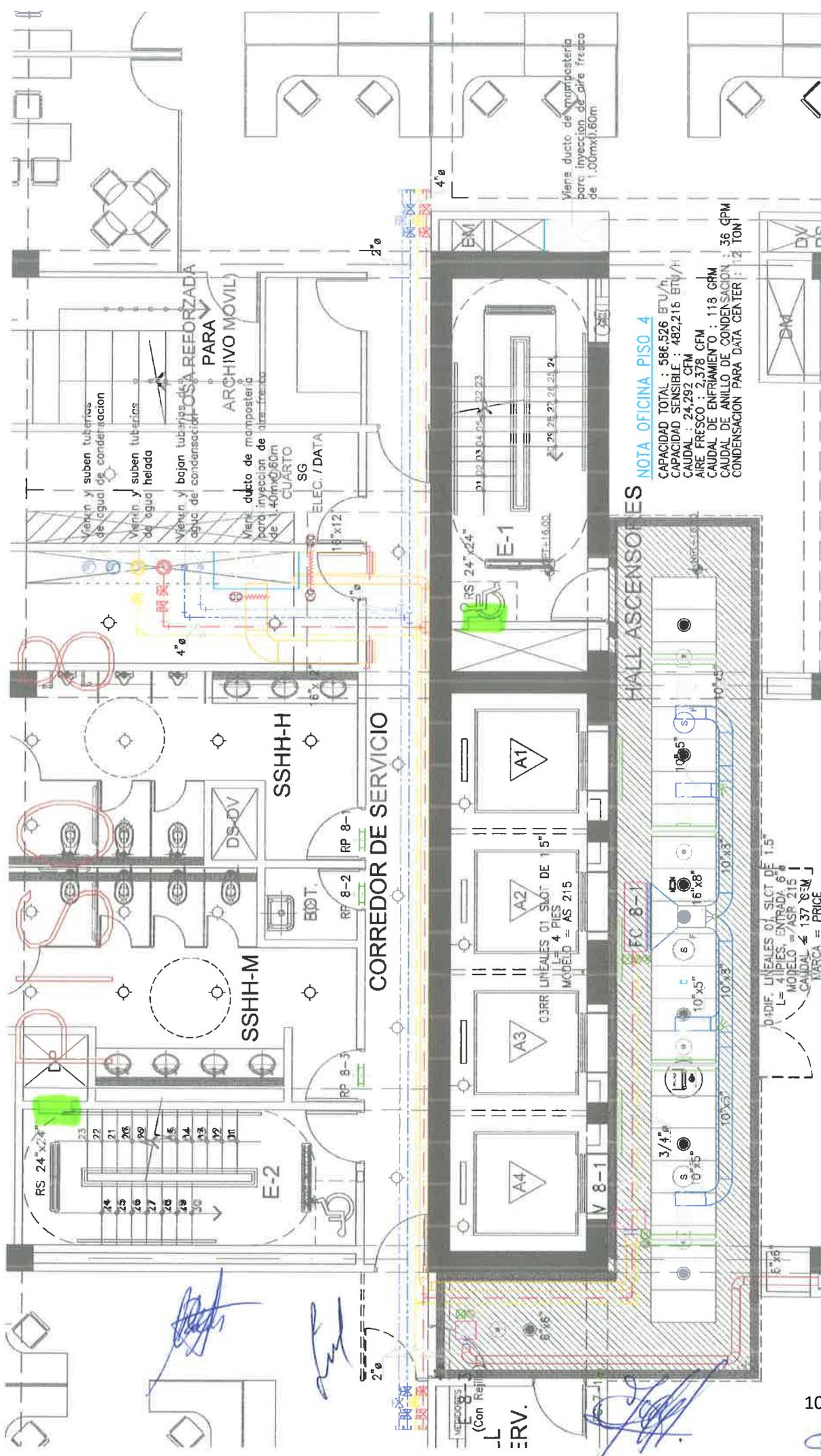
Rejillas de Suministro del Sistema de Presurización de Escaleras.





14/16  
1002

Piso 8



NOTA OFICINA PISO 4

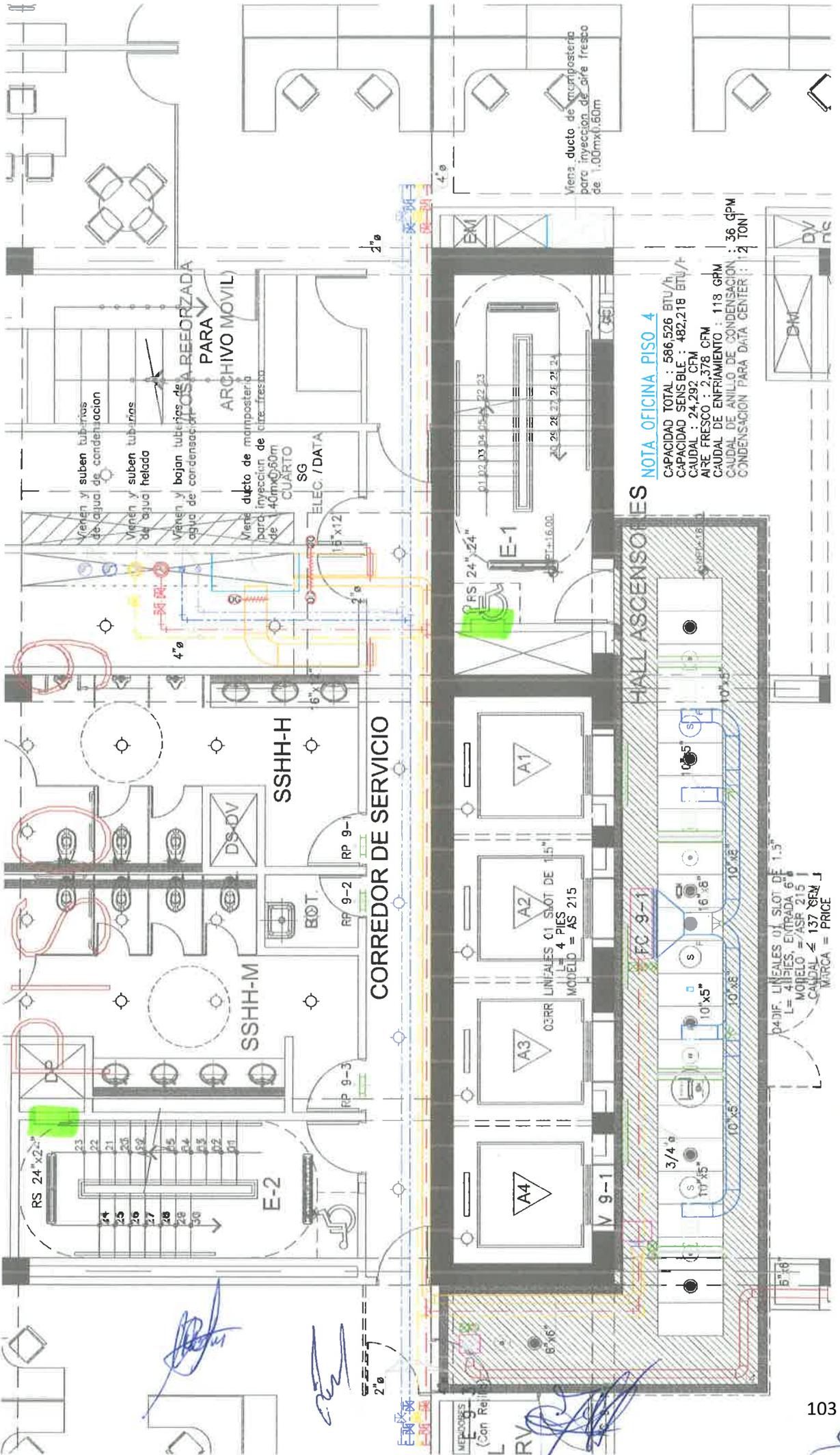
CAPACIDAD TOTAL : 586,326 BTU/h  
 CAPACIDAD SENSIBLE : 482,216 BTU/h  
 CAUDAL : 24,292 CFM  
 AIRE FRESCO : 2,378 CFM  
 CAUDAL DE ENFRÍAMIENTO : 118 GRM  
 CAUDAL DE ANILLO DE CONDENSACION : 36 GPM  
 CONDENSACION PARA DATA CENTER : 12 TON

Rejillas de suministro del Sistema de Presurización de Escaleras

*[Handwritten signature]*

15/16  
20-01N  
9/1/51

PISO 9



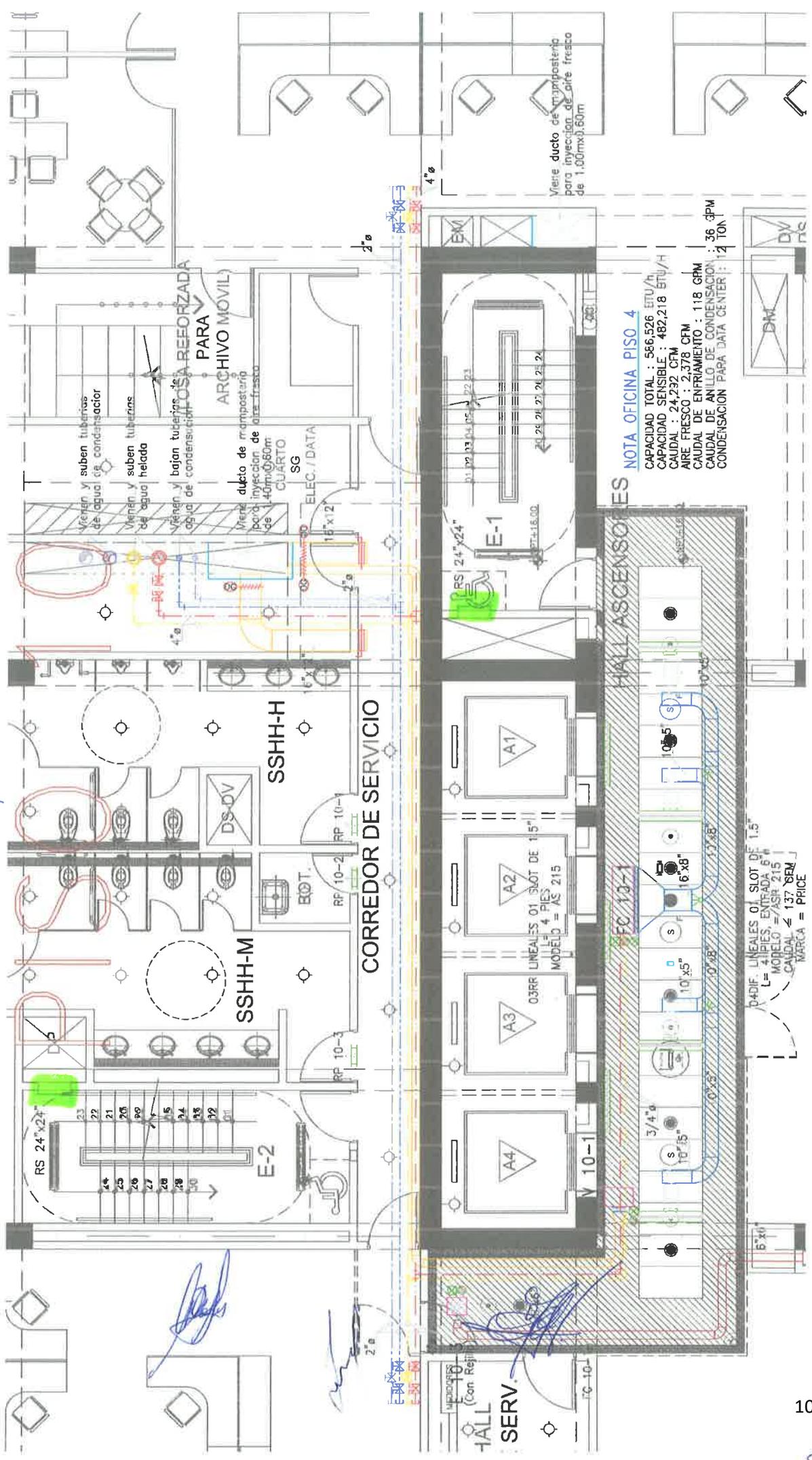
**NOTA OFICINA PISO 4**  
 CAPACIDAD TOTAL : 586 526 BTU/h  
 CAPACIDAD SENSIBLE : 482,218 BTU/h  
 CAUDAL 24,292 CFM  
 AIRE FRESCO : 2,378 CFM  
 CAUDAL DE ENFRIAMIENTO : 118 GRM  
 CAUDAL DE ANILLO DE CONDENSACION : 36 GPM  
 CONDENSACION PARA DATA CENTER : 12 TON

**HALL ASCENSORES**

D4.DIF. LINEALES 01 SLOT DE 1.5"  
 L = 4 PIES, ENTRADA 6"  
 MOTILO = ASF 215  
 CAUDAL < 137 GRM  
 MARCA = PRICE

Regillas de suministro del Sistema de Presurización de Escaleras

PISO 10



**NOTA OFICINA PISO 4**  
 CAPACIDAD TOTAL : 566,526 BTU/H  
 CAPACIDAD SENSIBLE : 482,218 BTU/H  
 CAUDAL : 24,232 CFM  
 AIRE FRESCO : 2,378 CFM  
 CAUDAL DE ENFRIAMIENTO : 118 GPM  
 CAUDAL DE ANILLO DE CONDENSACION : 36 GPM  
 CONDENSACION PARA DATA CENTER : 12 TON

04DIF. LINEALES O1 SLOT DE 1.5"  
 L= 4 PIES, ENTRADA 6"  
 MODELO = ASR 215  
 CAUDAL ≤ 137 CFM  
 MARCA = PRICE

Rejillas de Suministro del Sistema de Resurgición de Escaleras

20-02  
 16/16

## **ANEXO F. Especificaciones Técnicas**

## **6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS**

	<b>SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>
--	--	---------------------------------------

## **INDICE**

<b>1. VENTILADOR CENTRIFUGO</b>	<b>3</b>
<b>2. DUCTOS DE PLANCHA GALVANIZADA</b>	<b>3</b>
<b>3. REJILLAS DE SUMINISTRO</b>	<b>5</b>
<b>4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>5</b>
<b>5. PRUEBAS Y ARRANQUE DEL SISTEMA</b>	<b>6</b>

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

El sistema de Presurización de Escaleras se ha instalado de acuerdo a las siguientes especificaciones técnicas:

### **1. VENTILADOR CENTRIFUGO**

Los ventiladores centrífugos tienen el rodete de paletas rectas inclinadas hacia atrás (backward) el cual es balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El extractor está construido de plancha de fierro galvanizado de un espesor mínimo de 2.8 mm (gage 12), el rodete está unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta. El extractor es accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable; el motor tiene base metálica con tensor de fajas y guarda fajas, Los rodamientos son de lubricación permanente y seleccionad para una duración mínima de 20,000 horas. Los motores eléctricos son de 2 velocidades y llevan protección térmica en las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase "B", factor de servicio = 1.15.

#### *Amortiguadores de Vibración*

Los equipos suministrados fueron instalados con sus respectivos amortiguadores de vibración recomendado por el fabricante

Certificaciones:

UL 705

AMCA (sound and air performance)

### **2. DUCTOS DE PLANCHA GALVANIZADA**

Los ductos de plancha galvanizada se fabricaron e instalaron de conformidad con los tamaños y recorridos mostrados en planos para el sistema de presurización de escaleras. Para la construcción de los ductos se emplearon planchas de fierro galvanizado de la mejor calidad. En general, se siguieron las normas recomendadas por SMACNA (sheet metal and air conditioning contractors national association, inc)

Para la ejecución de los ductos se siguieron las siguientes instrucciones:

Ancho del ducto	Calibre	Empalmes y Refuerzos
Hasta 12"	N° 26	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
13" hasta 30"	N° 24	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
31" hasta 45"	N° 22	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
46" hasta 60"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros.
Más de 61"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros con refuerzo ángulo 1" x 1" x 1/8" entre empalmes.

Todos los ductos se aseguraron firmemente a techos de la siguiente manera:

- Para ductos hasta 20 pulgadas platinas de plancha galvanizada de 0.8 mm x 1 pulgadas y tacos de expansión de 1/4" de diámetro, cada 2.50 metros.
- Para ductos mayores a 20 pulgadas con colgadores de varilla galvanizada roscada de 3/8" de diámetro y la base del soporte de canal tipo Strut de 1.5/8" x 13/16" x 2.00 mm , cada 2.00 metros

La unión entre los ductos y los equipos se efectuó por medio de juntas flexibles de lona de vinyl pesado y neoprene de 10" de ancho, similar o igual al tipo DFN-10 neoprene de la marca DURO DYNE y fue asegurada con abrazaderas y empaquetaduras para cierre hermético. Se proveyeron compuertas manuales en los desvíos de los ductos empleando planchas de fierro galvanizado calibre N° 20, cuyo eje está apoyado en las caras del ducto con cojinetes de bronce.

Los codos se construyeron con el radio menor, igual a los 3/4 de la dimensión del ducto en la dirección el giro, donde por limitaciones de espacio no se pueden instalar codos curvos, se instalaron codos rectangulares con guías de doble espesor. Las transformaciones se construyeron con una pendiente hasta 25%.

	<b>SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>
--	--	---------------------------------------

### **3. REJILLAS DE SUMINISTRO**

Son de doble juego de barras direccionales móviles y se fabricaron de plancha galvanizada de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- La medida máxima de una pieza es de 36" x 36"; para medidas mayores se construyeron en varias piezas.
- Las rejillas hasta 18" en el lado mayor se construyeron con marco de plancha de 1/27" y las aletas de plancha de 1/54".
- Las rejillas de 19" hasta 36" en el lado mayor se construyeron con marco de plancha de 1/24" y las aletas de plancha de 1/40".
- Todas las rejillas llevan un dámper de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para rejillas hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para rejillas mayores a 18".
- Todas las rejillas fueron pintadas con dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura de acabado de color definido por el propietario.
- Todas las uniones de planchas fueron con soldadura de punto.

### **4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Se suministraron todos los materiales (tuberías, cables, conectores, etc.) requeridos para la conexión eléctrica de las unidades, incluyendo protectores térmicos contra sobrecargas y arrancadores, además elementos que aseguran el perfecto funcionamiento y protección de los motores del sistema. Todos los trabajos de instalación siguieron fielmente las recomendaciones de la última edición vigente del Código Nacional de Electricidad y el Reglamento Nacional de Edificaciones.

	<b>SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>
--	--	---------------------------------------

## **5. PRUEBAS Y ARRANQUE DEL SISTEMA**

- a) Antes del arranque del sistema se verifico lo siguiente:
- Las instalaciones de materiales y equipos totalmente terminados.
  - Se probó el sentido de rotación de los motores de los ventiladores.
  - Se verifico la limpieza del sistema.
  - Se verifico tensiones de las fajas y evaluación en general del sistema de presurización de escaleras.
  - Se limpió integralmente las áreas donde se han realizado instalaciones del sistema de ventilación mecánica.
- b) Se procedió a probar los tableros de arranque.
- c) Se encendieron los equipos.
- d) Una vez que el sistema de presurización se dejó en operación, se balanceo conforme a los caudales de aire que se indican en los planos, utilizándose instrumentos aprobados para la medición caudales de aire en rejillas.
- e) Se dejó en óptimo estado la operación del sistema.

	<b>SISTEMA DE PRESURIZACION DE ESCALERAS</b>	<b>PROYECTO: TORRE DEL PARQUE</b>
--	--	---------------------------------------

## **LISTA DE EQUIPOS**

- 1. VP – 1 y VP – 2 ( Modelo:TCB)**
- 2. VP – 3 y VP – 4 ( Modelo:USF)**

## **VENTILADORES**

### **VP-1 y VP-2**

Performance	
Quantity	2
Volume (CFM)	16,500
External SP (in. wg)	3
Total SP (in. wg)	3
Operating Power (hp)	15.13
Start-Up Power (hp)	15.13
Fan RPM	962
Elevation (ft)	43
Start-up Temp.(F)	70
Operating Temp.(F)	70

Fan Configuration	
Size	36
Level	2
Discharge Position	Horizontal
Mounting	Base Mount
Material Type	Steel

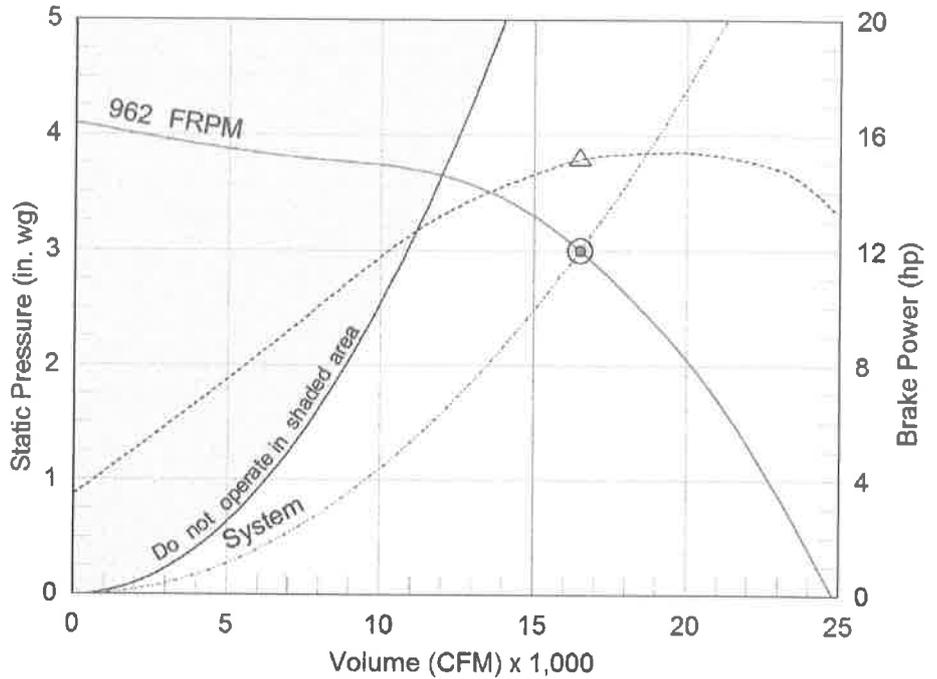
Equipment Weights	
Fan (LMD)(lb)	890
Motor/Drive (lb)	270
Accessories (lb)	48

Misc Fan Data	
Outlet Velocity (ft/min)	1,000
Static Efficiency (%)	53
Tip Speed (ft/min)	9,071

Motor and Drives	
Motor Supplier	Greenheck
Size (hp)	20
RPM	1725
Enclosure	ODP
Voltage	380
Cycle	60
Phase	3
Frame Size	256T
Max Frame Size	256
Location	N/A
Pulley Type	Constant
Drive Loss (%)	3.4
Drives	Multiple
Drive Service Factor	1.5
NEC FLA* (Amps)	34

**Model: TCB-2-36-200**  
Inline Centrifugal Fan

**Operating Performance**



- △ Operating Bhp point
- Operating point at Total SP
- Operating point at External SP
- Fan curve
- - - System curve
- ..... Brake horsepower curve



**Sound Power by Octave Band**

Sound Data	62.5	125	250	500	1000	2000	4000	8000	LwA	dBA
Inlet	91	94	88	82	81	76	74	70	87	75

\*FLA - based on tables 150 or 148 of National Electrical Code 2002. Actual motor FLA may vary, for sizing thermal overload, consult factory.

LwA - A weighted sound power level, based on ANSI S1.4

dBA - A weighted sound pressure level, based on 11.5 dB attenuation per octave band at 5 ft. dBA levels are not licensed by AMCA International

---

**Model: TCB-2-36-200**  
Inline Centrifugal Fan

**Standard Construction Features:**

HOUSING: Continuously welded steel or aluminum housing {-} Inlet and outlet flanges with mounting holes  
{-} Aluminum rub ring {-} Meets AMCA type B spark resistance {-} Structural steel parts are phosphatized  
and coated with Permator  
BEARINGS, SHAFT, AND WHEEL: Heavy duty, self-aligning ball or roller pillow block bearings with  
extended lubrication lines {-} Polished, solid steel shafts {-} Backward inclined aluminum wheel

**Selected Options & Accessories:**

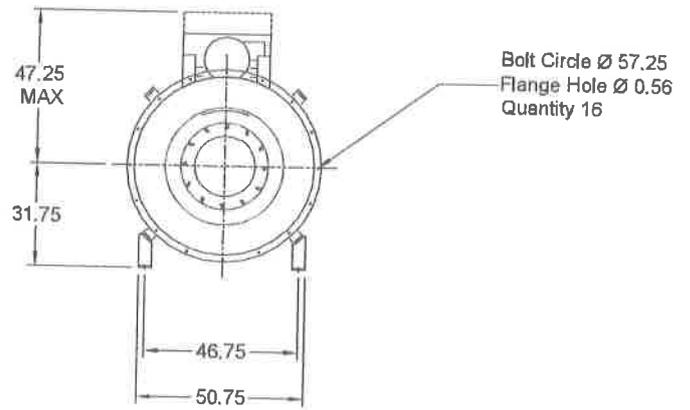
Energy Efficient Motor - meets NEMA Table 12-11  
Motor with CSA Approval  
Motor with 1.15 or Greater Motor Service Factor  
Motor with Class B Insulation  
Coating - Permator, Concrete Gray-RAL 7023, Fan and Attached Accessories  
Direct Mount Isolators, Isolator-Spring, Free Standing, 1 Inch  
UL/cUL-705 - "Power Ventilators"  
Extended Lube Lines - Nylon  
Motor Cover - Steel  
Unit Warranty: 1 Yr (Standard)

Model: TCB-2-36-200

Inline Centrifugal Fan



SIDE VIEW



END VIEW

0.56 DIA. MOUNTING HOLES  
END VIEW SHOWS FROM INLET END OF UNIT

Notes: All dimensions shown are in units of in.

---

**Model: USF-336-10-BI-200**  
Centrifugal Utility Fan - Backward Inclined Wheel

**Standard Construction Features:**

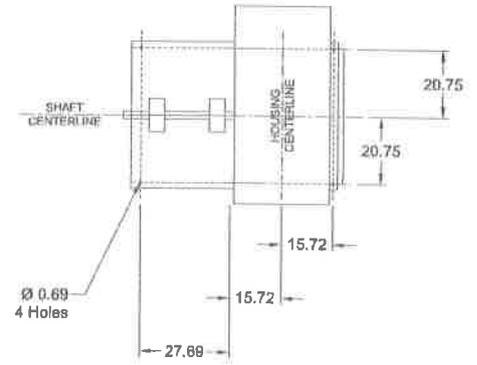
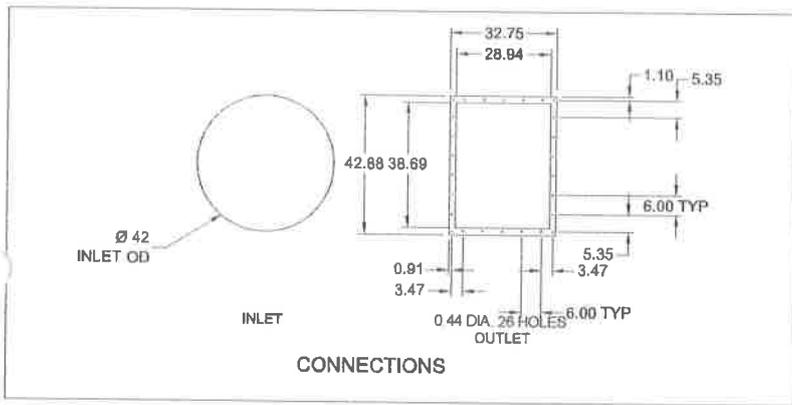
HOUSING: Steel housing with Perma-Lock construction - Unit support angles with pre-punched mounting holes - Adjustable motor plate - Corrosion resistant fasteners - Steel components are phosphatized and coated. BEARINGS, SHAFT, AND WHEEL: Air handling quality, self-aligning, ball bearing in pillow block housing - Polished, solid steel shafts - Backward inclined centrifugal wheel

**Selected Options & Accessories:**

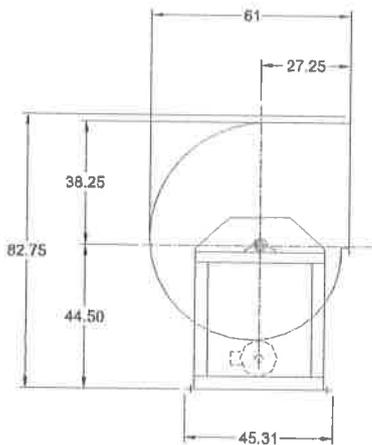
Energy Efficient Motor - meets NEMA Table 12-11  
Motor with CSA Approval  
Motor with 1.15 or Greater Motor Service Factor  
Motor with Class B Insulation  
Coated with Permatector, Concrete Gray-RAL 7023, Fan and Attached Accessories  
Discharge Position - TH  
UL/cUL-705 - Power Ventilators  
Bearings - L(10) Life of 80k Hours  
Direct Mount Isolators, Isolator-Spring, Free Standing, 1 Inch  
Inlet Connection - Slip Fit  
Outlet Connection - Outlet Flange, Punched  
Weatherhood - Steel  
Unit Warranty: 1 Yr (Standard)

Model: USF-336-10-BI-200

Centrifugal Utility Fan - Backward Inclined Wheel

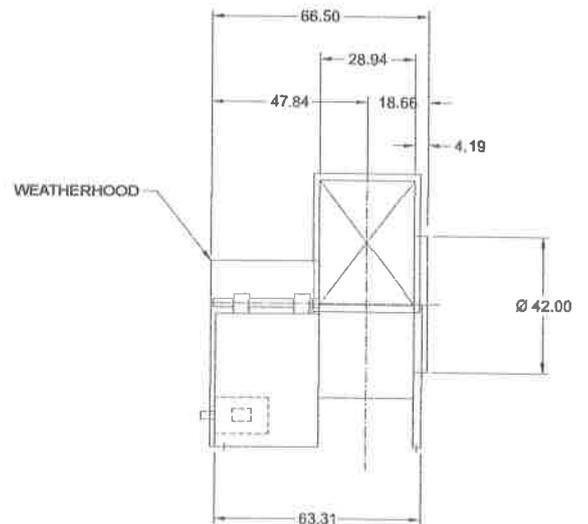


FAN FOOTPRINT



SIDE VIEW

\*SIDE VIEW IS VIEWED FROM DRIVE SIDE



END VIEW

Notes: All dimensions shown are in units of in.

## **ANEXO G. Protocolo de pruebas de medición de caudal**

SI-P-02

	REGISTRO	Código	FC-HVAC-09-A	
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión	0
	PROTOCOLO PRUEBA DE MEDICION CAUDAL		Fecha	
			Página	1 de 3

NOMBRE DEL PROYECTO: TORRE DEL PARQUE

SISTEMA: *Presurización Escuelas* PRUEBA MANUAL SI  NO  ELEMENTO: *Rejilla de Suministro* FECHA: *21.04.17*

PLANO: *EM-05* EL SISTEMA QUEDO EN MODO MANUAL: SI  NO  EQUIPO: *V P-1*

INSTRUMENTO DE MEDICION DE CAUDAL: *Anemómetro* FECHA DE CALIBRACIÓN: *14.02.17*

CAUDAL DE AIRE (CFM)(+5 %): *sotano 1*

ITEM	ELEMENTO	DIMENSIONES	CAUDAL MEDIDO (CFM)	CAUDAL PROYECTADO (CFM)	C	NC	NA	OBSERVACIONES
1	RS	24" x 24"	3372 CFM	3384 CFM	/			
2	RS	24" x 24"	3396 CFM	3384 CFM	/			
3	RS	24" x 24"	3312 CFM	3384 CFM	/			
4	RS	24" x 24"	3385 CFM	3384 CFM	/			
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

OBSERVACIONES:

---

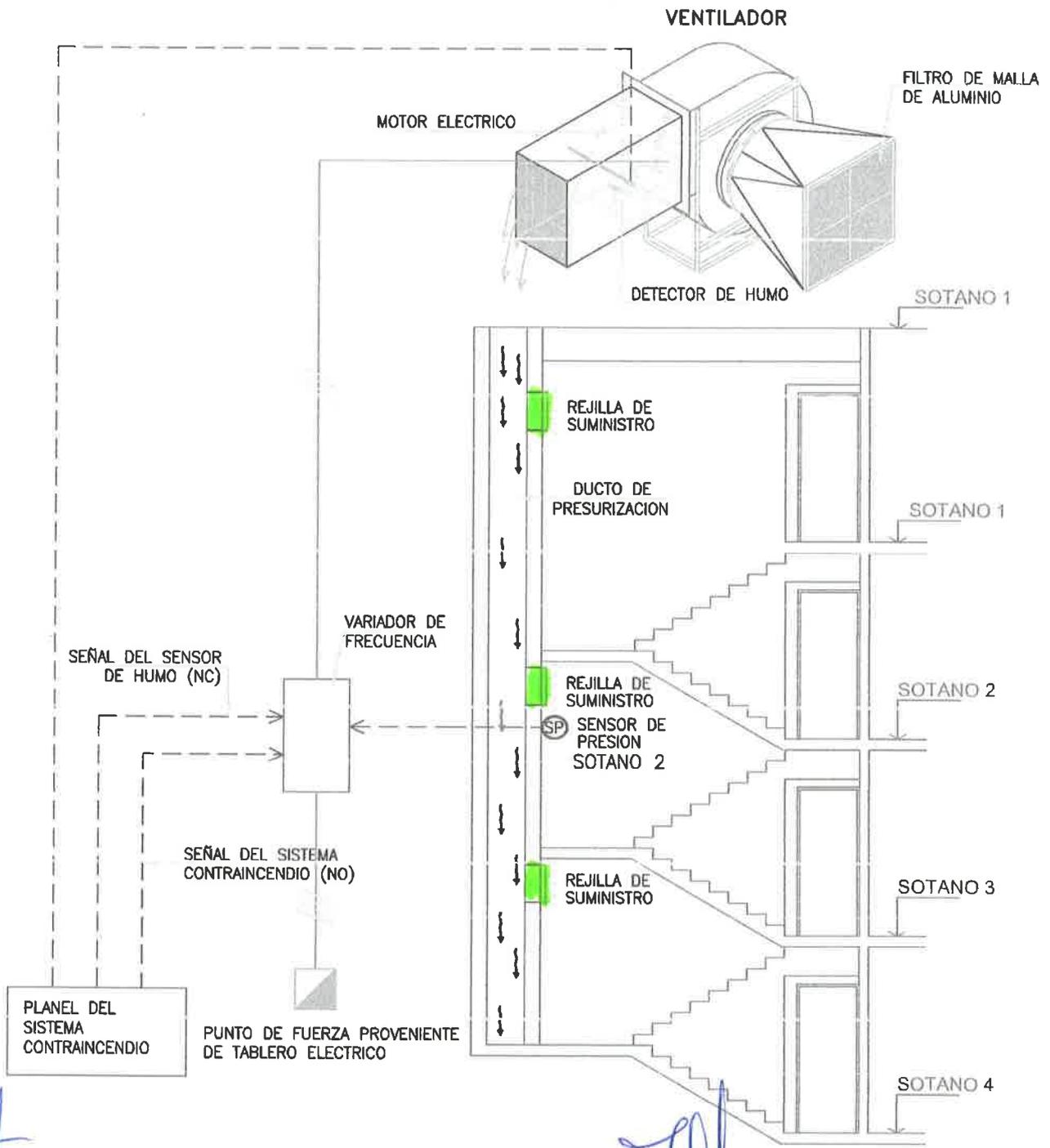


---



---

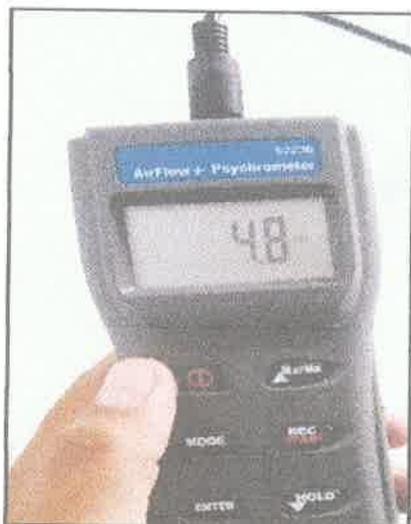
Elaborado por: <i>[Firma]</i>	Revisado por: <i>[Firma]</i>	Aprobado por: <i>[Firma]</i>
Nombre: <i>[Nombre]</i>	Nombre / Función: <i>[Nombre]</i>	Nombre / Función: <i>[Nombre]</i>
Firma: <b>CRISTHIAN ROJAS HERRERA</b> INGENIERO RESIDENTE EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	Firma: <b>ANGELO ASCENCIO DIONISIO</b> ING. DE CALIDAD	Firma: <i>[Firma]</i>



DETALLE DE CONTROL DE ESCALERA PRESURIZADA - V P-1  
SIN ESCALA

Prueba de caudal realizado al equipo V P-1.

## REGISTRO FOTOGRÁFICO – V P-1



Anemometro en m/s	
<b>Velocidad</b>	
$V1 =$	$4.3 \frac{m}{seg} = 4.3 \frac{m}{seg} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \times \frac{39.37 \text{ puig}}{1 \text{ m}}$
	$V1 = 10157.485 \frac{\text{puig}}{\text{min}}$
<b>AREA</b>	
$A1 =$	$24 \text{ Puig} \times 24 \text{ Puig} = 576 \text{ Puig}^2$
<b>CAUDAL</b>	
$Q1 =$	$V1 \times A1$
	$Q1 = 10157.4855 \frac{\text{puig}}{\text{min}} \times 576 \text{ Puig}^2$
$Q1 =$	$5850711.82 \frac{\text{puig}^3}{\text{min}} \left( \frac{1}{12} \right)^3 \frac{\text{ft}^3}{\text{puig}^3}$
$Q1 =$	$3385.83 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} \text{ (CFM)}$

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

## **ANEXO H. Protocolo de parámetros eléctricos**

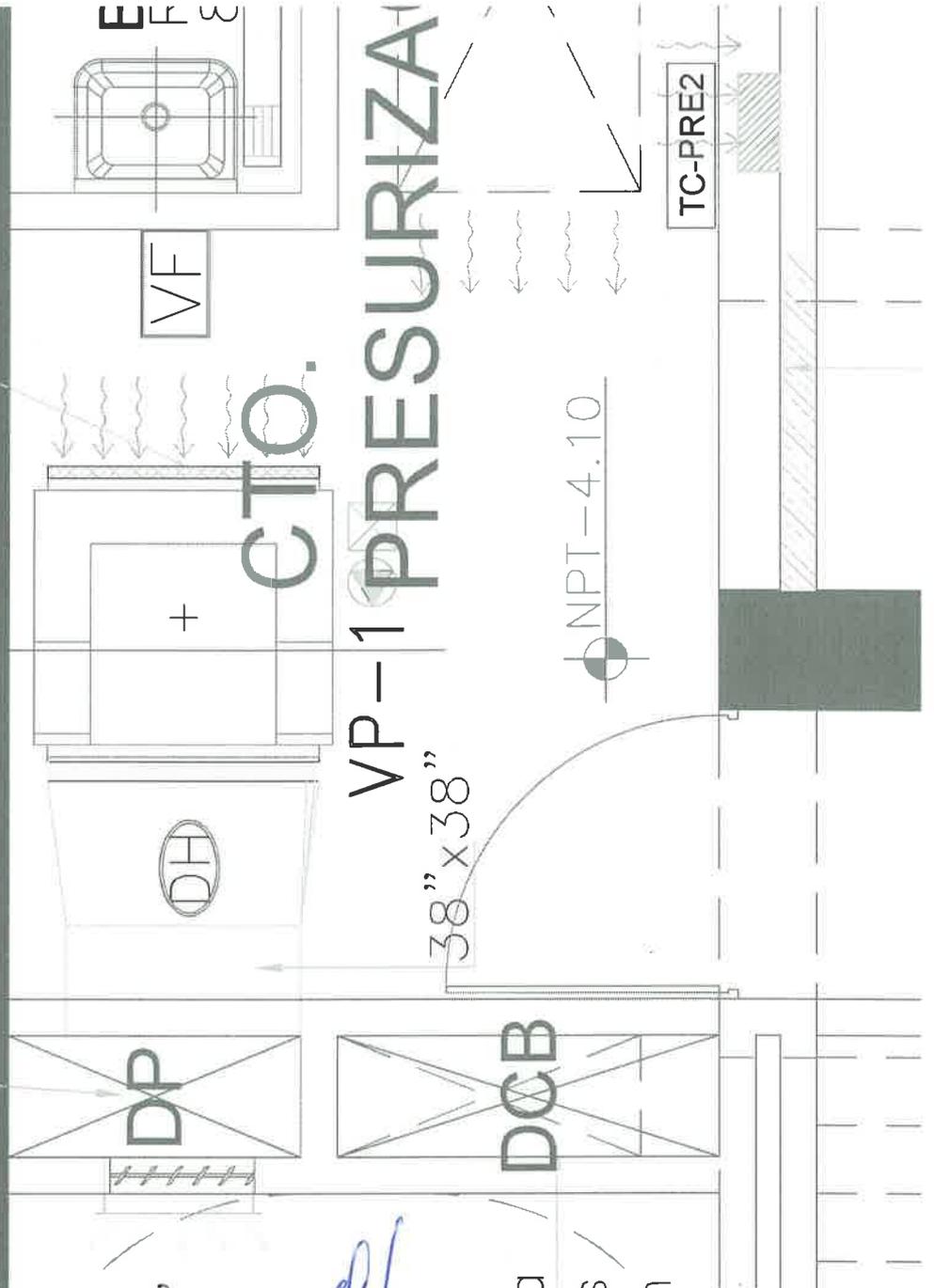
SI-P-01

NOMBRE DEL PROYECTO : TORRE DEL PARQUE								
	PARAMETROS ELECTRICOS DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA HVAC	FC-HVAC-09-B FECHA : 08.05.17 HOJA : 1 de 6						
UBICACIÓN:	Sotano 1 / Cuarto presurización	EQUIPO DE MEDICION / FECHA DE CALIBRACION : Pinza multimetrica 06.10.16						
RESPONSABLE:	José Zuñiga	SISTEMA: Presurización Escaleros						
DATOS DEL EQUIPO:		DATOS DEL MOTOR:						
EQUIPO: V P-1		20HP / 380V / 3φ / 60Hz						
SERIE:								
MARCA: GREENHECK								
MODELO: TCB-2-36-200								
EQUIPO:								
VOLTAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L1-L2</td><td>L2-L3</td><td>L1-L3</td></tr> <tr><td>393V</td><td>394V</td><td>395V</td></tr> </table>	L1-L2	L2-L3	L1-L3	393V	394V	395V	VERIFICAR CONEXION : <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE CABLEADO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE MONTAJE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
L1-L2	L2-L3	L1-L3						
393V	394V	395V						
AMPERAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R</td><td>S</td><td>T</td></tr> <tr><td>10.3A</td><td>10.32A</td><td>10.3A</td></tr> </table>	R	S	T	10.3A	10.32A	10.3A	
R	S	T						
10.3A	10.32A	10.3A						
VOLTAGE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L-N</td></tr> <tr><td>220V</td></tr> </table>	L-N	220V	VERIFICAR CONEXION : <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE CABLEADO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE MONTAJE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				
L-N								
220V								
AMPERAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L</td></tr> <tr><td>28.33A</td></tr> </table>	L	28.33A					
L								
28.33A								
DATOS DEL EQUIPO:		DATOS DEL MOTOR:						
EQUIPO: V P-2		20HP / 380V / 3φ / 60Hz						
SERIE:								
MARCA: GREENHECK								
MODELO: TCB-2-36-200								
EQUIPO:								
VOLTAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L1-L2</td><td>L2-L3</td><td>L1-L3</td></tr> <tr><td>394V</td><td>394V</td><td>395V</td></tr> </table>	L1-L2	L2-L3	L1-L3	394V	394V	395V	VERIFICAR CONEXION : <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE CABLEADO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE MONTAJE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
L1-L2	L2-L3	L1-L3						
394V	394V	395V						
AMPERAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R</td><td>S</td><td>T</td></tr> <tr><td>10.3A</td><td>10.3A</td><td>10.32A</td></tr> </table>	R	S	T	10.3A	10.3A	10.32A	
R	S	T						
10.3A	10.3A	10.32A						
VOLTAGE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L-N</td></tr> <tr><td>220V</td></tr> </table>	L-N	220V	VERIFICAR CONEXION : <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE CABLEADO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO VERIFICACION DE MONTAJE: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO				
L-N								
220V								
AMPERAJE:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>L</td></tr> <tr><td>28.33A</td></tr> </table>	L	28.33A					
L								
28.33A								
OBSERVACIONES:								
Elaborado por :	Revisado por :	Aprobado por :						
Nombre	Nombre / Función:	Nombre / Función:						
Firma: CRISTHIAN ROJAS HERRERA INGENIERO RESIDENTE EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	Firma: ANGELO ASCENCIO DIONISIO ING. DE CALIDAD	Firma:						



Ducto de mamposteria para  
presurizacion de escalera  
de 0.50mx1.20m

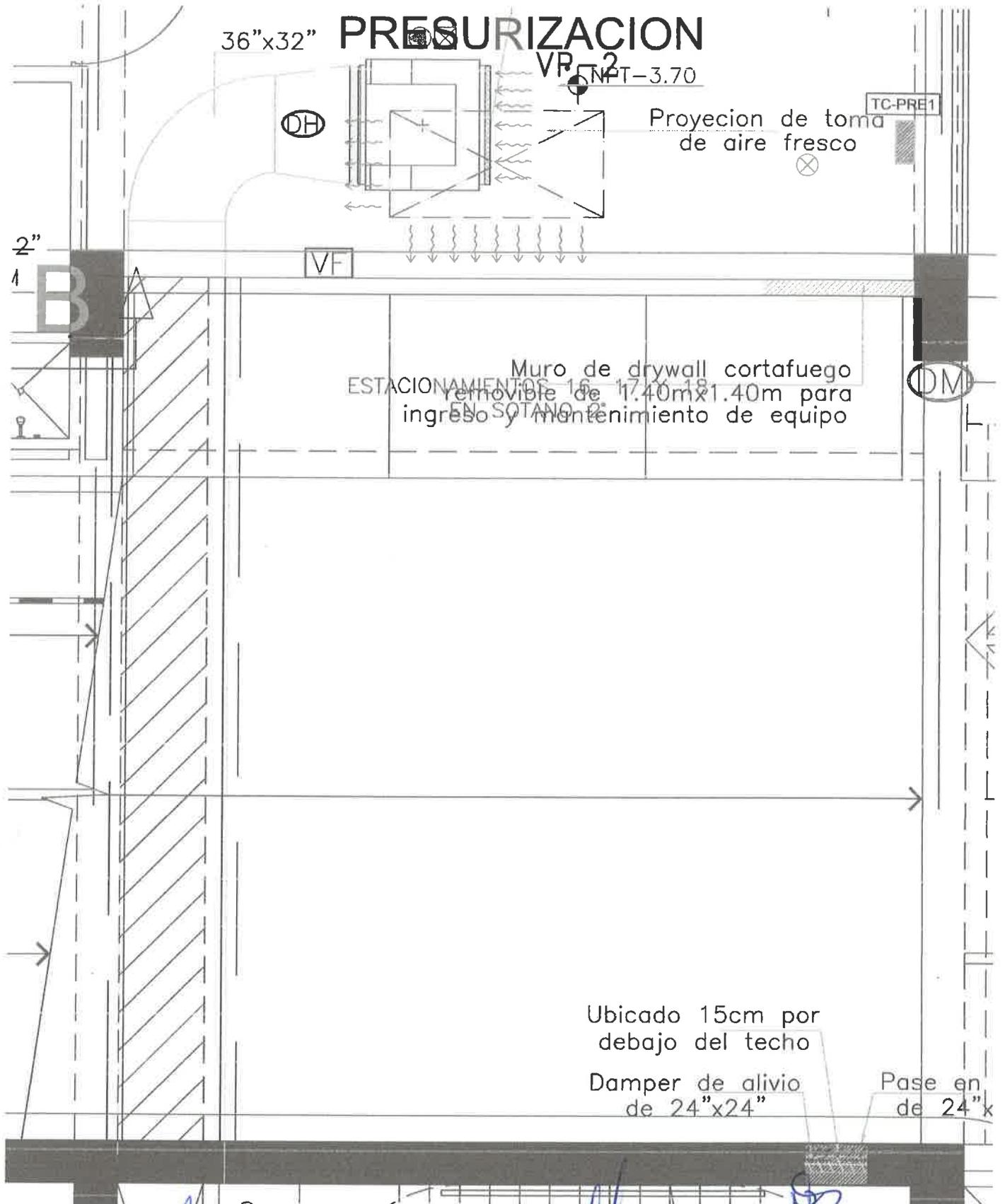
Filtro de r  
de 1.15mx  
de 1/4"



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



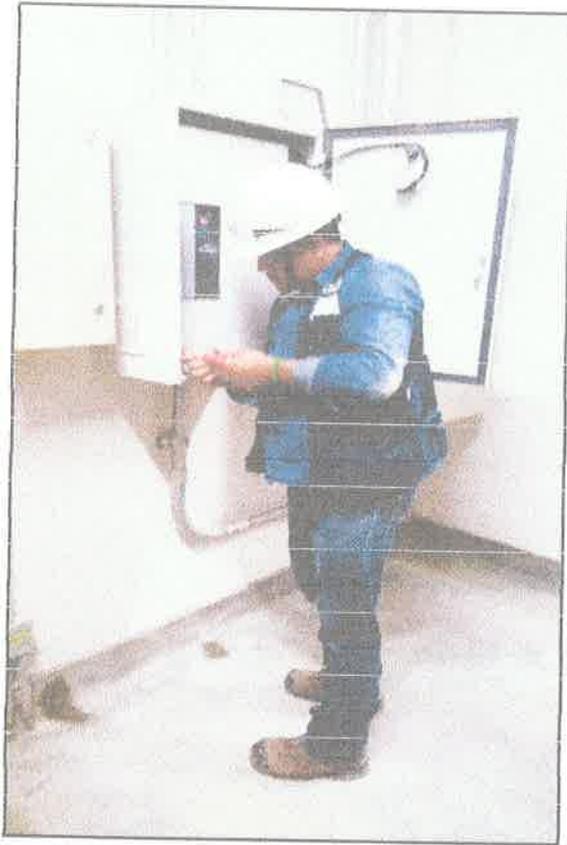
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

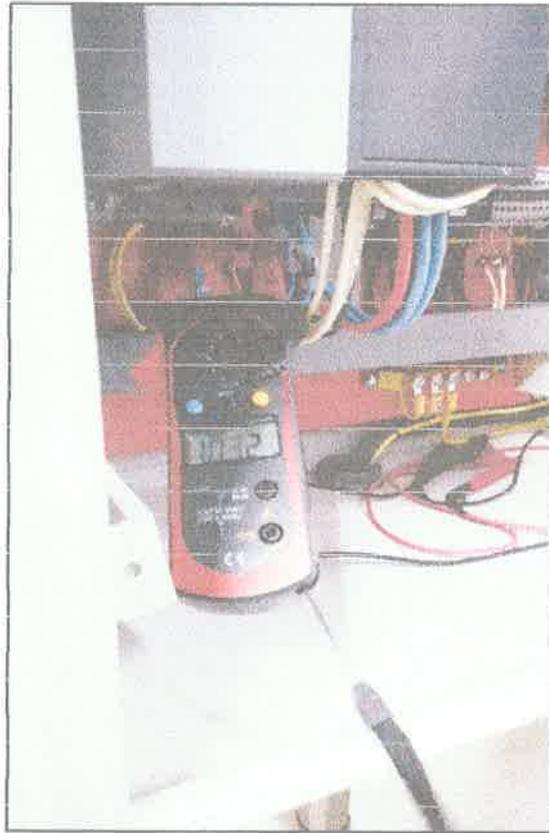
*[Handwritten signature]*

5/6  
SI-P-01

# REGISTRO FOTOGRÁFICO



6/6  
S1-p-01



*[Handwritten signature]*

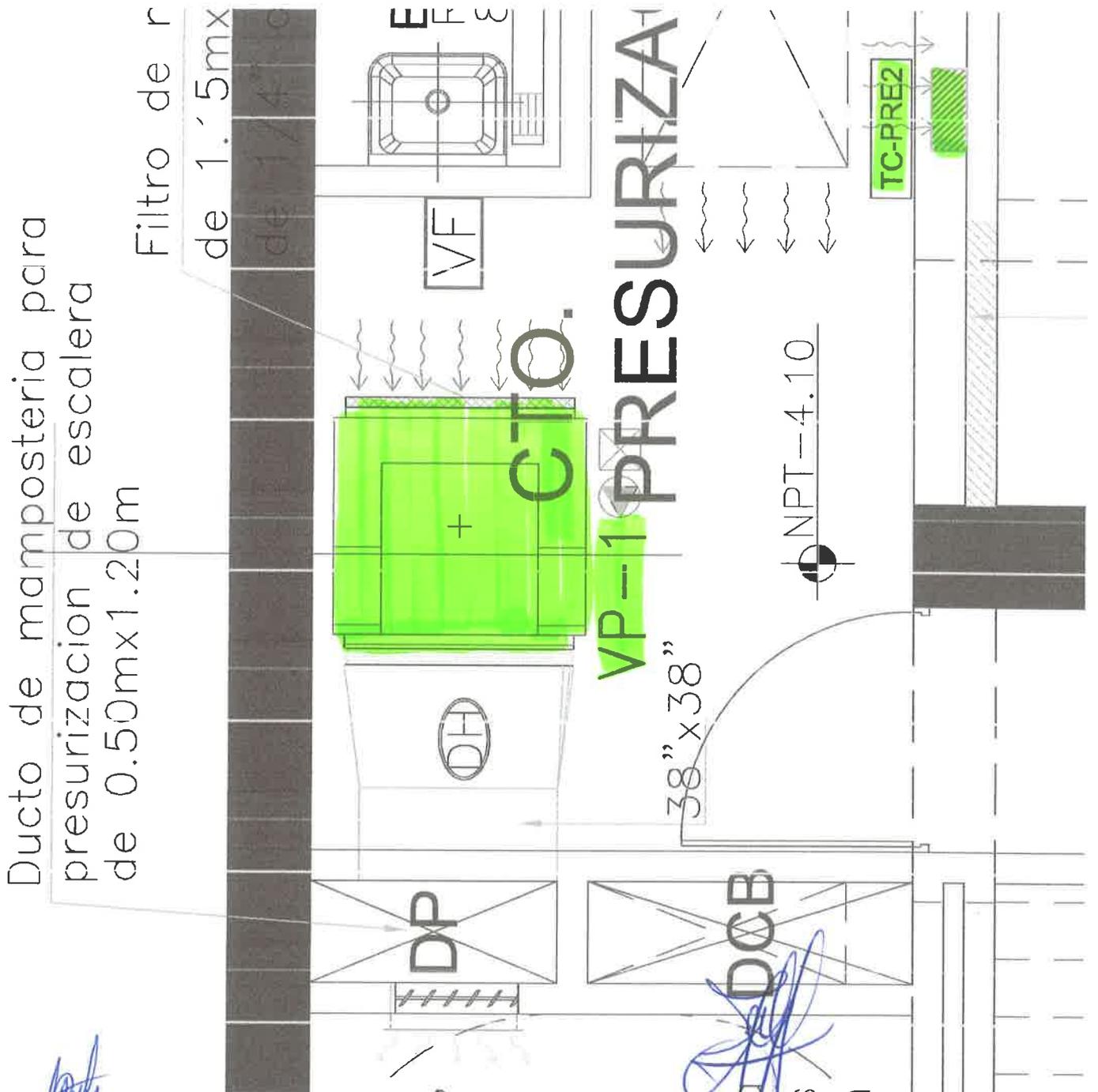
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

## **ANEXO I. Protocolo de instalación de tableros de control**

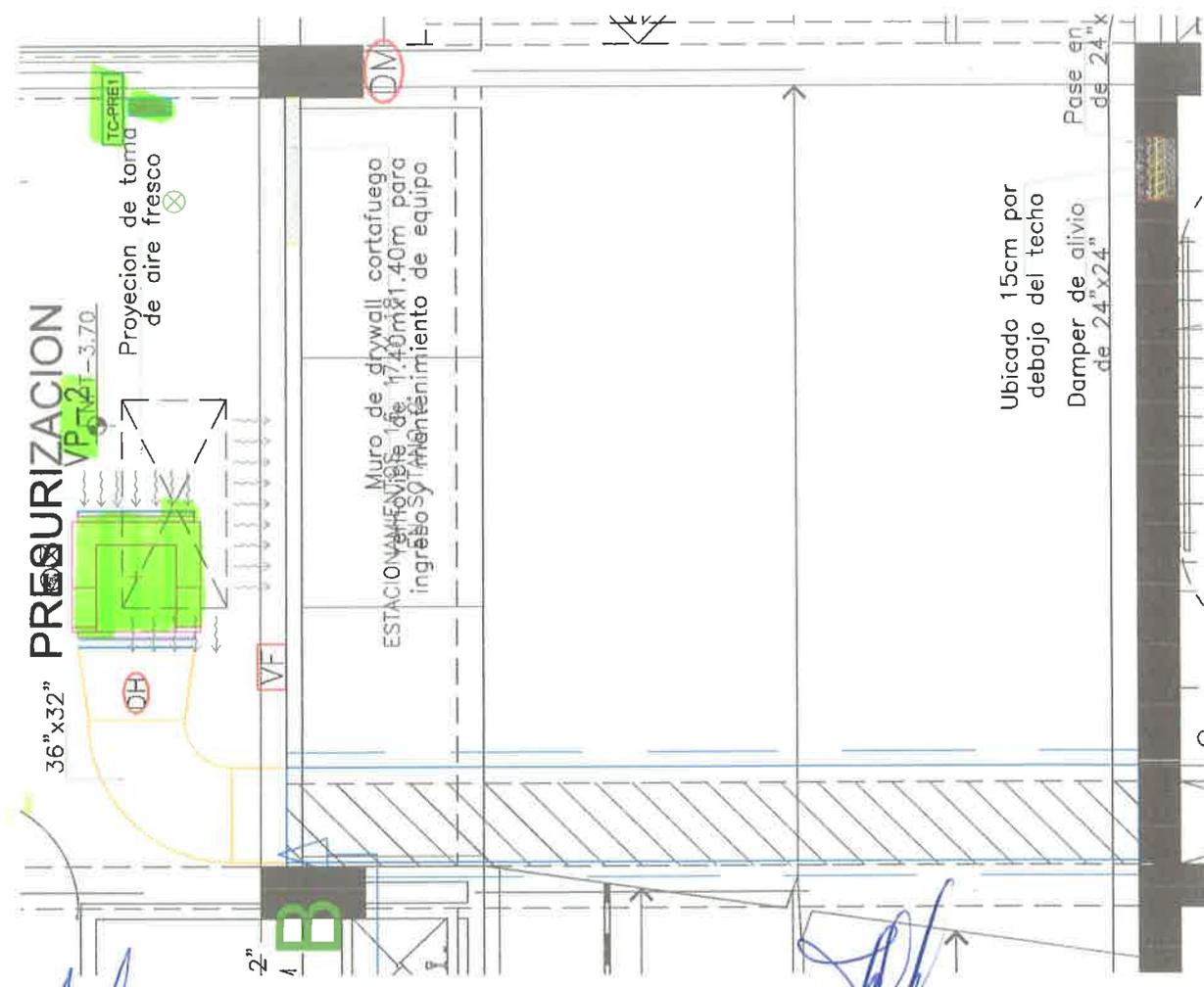
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		FC-HVAC-10-A		
		REVISIÓN	FECHA DE EDICIÓN	
PROTOCOLO DE INSTALACION DE TABLEROS DE CONTROL		0		
		PAGINA	1 de 4	
PROYECTO:	TORRE DEL PARQUE	N° REGISTRO:	SI-P-01	
SISTEMA:	Presurización de Escaleras	FECHA:	28.04.17	
N° PLANOS/REVISION:	IM-05			
UBICACIÓN:	Sotano 1			
CODIGO DE TABLERO :	TC-PRE1 / TC-PRE2			
N°	ITEMS			
		SI	NO	N/A
1	El mandil esta correctamente conectado.	/		
2	Diagrama unifilar de control y fuerza, leyenda.	/		
3	Pintura , acabado , señalizado y rotulacion interna.	/		
4	Cableado , Interruptores ,variadores,arrandores, según Diagrama Unifilar.	/		
5	Tablero de control correctamente adosado.	/		
6	Tablero de control con base metálica.			/
7	Tablero de control con techo inclinado para la interperie			/
8	Ubicación de tablero de control esta conforme	/		
<b>Observaciones:</b>				
	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	
Nombres y Apellidos:	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
Fecha:	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
Firma:	CRISTHIAN ROJAS HERRERA INGENIERO RESIDENTE EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	ANGELO ASCENCIO DIONISIO	<i>[Signature]</i> INGENIERO RESIDENTE EDIFICIO TORRE DEL PARQUE	





Tablero de control TC-PRE2 liberado.

SI-P-01  
7/4



**1** Tablero de control TC-PRE1 liberado.

## **ANEXO J. Cálculo de caudal de equipo ventilador**

# PROYECTO INSTALACIONES MECÁNICAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO

00	09/10/2015	Entrega para Municipal	D.O.A.	D.G.C.	D.G.C.
Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	Preparado por	Revisado por	Aprobado por

PROPIETARIO:	PROYECTISTA:
--------------	--------------

--

HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS	
--	--

Identificación de la documentación:	Estado :																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">F</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">O</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">G</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Q</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</td> </tr> </table>	F	M	T	D	O	C	0	0	1	G	C	Q	M	D	E	0	0	0	1	0	0	
F	M	T	D	O	C	0	0	1	G	C	Q	M	D	E	0	0	0	1	0	0		

Título del Documento:	HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS
-----------------------	--

<b>FMT-15-25</b>					
Supervisión:	Aprobado sin comentarios	Cód. 1		Firma:	Hoja:
	Aprobado con comentarios	Cód. 2			
	Revisar y reenviar	Cód. 3			

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 2/10	

**HOJA DE CALCULO**

**VENTILACION DE ESCALERA - EDIFICIO BEGONIAS**

Sótano ( Escalera eje : F-G/5-6 ) – VP-1

número de pisos Temperatura del medio ambiente Temperatura al interior de la escalera altura de la escalera numero de puertas de la escalera densidad del aire diferencia de presión entre la escalera y el edificio área de filtración entre la escalera y el edificio área de filtración entre el edificio y el exterior la mitad del área de la puerta	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>N =</td><td>5</td></tr> <tr><td>To =</td><td>85 °F</td></tr> <tr><td>Ts =</td><td>82 °F</td></tr> <tr><td>H =</td><td>42.3ft</td></tr> <tr><td>Np =</td><td>5</td></tr> <tr><td>ρ =</td><td>0.075 Lb / ft³</td></tr> <tr><td>ΔP =</td><td>0.0700 in Wg</td></tr> <tr><td>ASB =</td><td>0.21 ft²</td></tr> <tr><td>ABO =</td><td>0.87ft²</td></tr> <tr><td>Ap =</td><td>12.91 ft²</td></tr> </table>	N =	5	To =	85 °F	Ts =	82 °F	H =	42.3ft	Np =	5	ρ =	0.075 Lb / ft³	ΔP =	0.0700 in Wg	ASB =	0.21 ft²	ABO =	0.87ft²	Ap =	12.91 ft²
N =	5																				
To =	85 °F																				
Ts =	82 °F																				
H =	42.3ft																				
Np =	5																				
ρ =	0.075 Lb / ft³																				
ΔP =	0.0700 in Wg																				
ASB =	0.21 ft²																				
ABO =	0.87ft²																				
Ap =	12.91 ft²																				

**factor de temperatura**

$$b = 7.64 \left( \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_s} \right)$$

b = -0.0000776 in Wg / ft

**Puertas Abiertas**

Altura de los Npa pisos diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura 0 ft diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa No de puertas abiertas	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>y =</td><td>8.5 ft</td></tr> <tr><td>ΔPb =</td><td>ΔP<sub>SB</sub> → y = 0.0 ft</td></tr> <tr><td>ΔPt =</td><td>ΔP<sub>SB</sub> → y = 8.5 ft</td></tr> <tr><td>Npa =</td><td>3</td></tr> </table>	y =	8.5 ft	ΔPb =	ΔP <sub>SB</sub> → y = 0.0 ft	ΔPt =	ΔP <sub>SB</sub> → y = 8.5 ft	Npa =	3
y =	8.5 ft								
ΔPb =	ΔP <sub>SB</sub> → y = 0.0 ft								
ΔPt =	ΔP <sub>SB</sub> → y = 8.5 ft								
Npa =	3								

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOt} = \Delta P_{SB} \left( 1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2 \right)$$

ΔP<sub>SO</sub> = 0.0740 in Wg

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOb} = \Delta P_{SOt} - bH$$

ΔP<sub>b</sub> = 0.0773 in Wg

$$\Delta P_t = \Delta P_{SOt} - by$$

ΔP<sub>t</sub> = 0.0766 in Wg

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

G = 724 FPM

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 3/10	

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.87 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pa} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 1,882 \text{ CFM}$$

### Puertas Cerradas

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 8.5 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura H

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 42.3 \text{ ft}$$

Área de flujo efectivo por piso de escalera ft<sup>2</sup>

$$A_e = A_{SB}$$

N° de puertas cerradas

$$N_{pc} = 2$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOt} - b_y$$

$$\Delta P_b = 0.0766 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_{Sb} = \frac{\Delta P_{SO}}{1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2}$$

$$\Delta P_t = 0.0725 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 713 \text{ FPM}$$

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.21 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pc} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 296 \text{ CFM}$$

### puerta exterior

Altura media de la puerta exterior

$$y = 3.4 \text{ ft}$$

Mitad del área de la puerta exterior

$$A_{SO} = 12.91 \text{ ft}^2$$

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOb} - b_y$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0770 \text{ in Wg}$$

$$Q_{SO} = 776 \times 0.65 \times A_{SO} \sqrt{\frac{2 \Delta P_{SO}}{\rho}}$$

$$Q_{SO} = 9332 \text{ CFM}$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 4/10	

**Total**

$$Q_{SB \text{ puertas abiertas}} + Q_{SB \text{ puertas cerradas}} + Q_{SO \text{ puerta exterior}} \quad Q = 11,511 \text{ CFM}$$

**Factor de corrección**

$$1.5(Q_{SB \text{ puertas abiertas}} + Q_{SB \text{ puertas cerradas}}) + 1.1 \times Q_{SO \text{ puerta exterior}} \quad Q_t = 13533 \text{ CFM}$$

Sótano ( Escalera eje : I-J/3-4) - VP-2

número de pisos

$$N = 4$$

Temperatura del medio ambiente

$$T_o = 85 \text{ °F}$$

Temperatura al interior de la escalera

$$T_s = 82 \text{ °F}$$

altura de la escalera

$$H = 54.3 \text{ ft}$$

numero de puertas de la escalera

$$N_p = 5$$

densidad del aire

$$\rho = 0.075 \text{ Lb / ft}^3$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio

$$\Delta P = 0.0700 \text{ in Wg}$$

área de filtración entre la escalera y el edificio

$$A_{SB} = 0.21 \text{ ft}^2$$

área de filtración entre el edificio y el exterior

$$A_{BO} = 1.09 \text{ ft}^2$$

la mitad del área de la puerta

$$A_p = 12.91 \text{ ft}^2$$

**factor de temperatura**

$$b = 7.64 \left( \frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_s} \right)$$

$$b = -0.0000776 \text{ in Wg / ft}$$

**Puertas Abiertas**

Altura de los Npa pisos

$$y = 13.6 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura 0 ft

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 0.0 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 13.6 \text{ ft}$$

No de puertas abiertas

$$N_{pa} = 3$$

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOt} = \Delta P_{SB} \left( 1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2 \right)$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0726 \text{ in Wg}$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 5/10	

$$\Delta P_b = \Delta P_{SO_b} = \Delta P_{SO_t} - bH$$

$$\Delta P_b = 0.0768 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_t = \Delta P_{SO_t} - by$$

$$\Delta P_t = 0.0758 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 721 \text{ FPM}$$

$$A_{SBO_e} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBO_e} = 1.09 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pa} A_{SBO_e}$$

$$Q_{SB} = 2,355 \text{ CFM}$$

### Puertas Cerradas

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 13.6 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura H

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 54.3 \text{ ft}$$

Área de flujo efectivo por piso de escalera ft<sup>2</sup>

$$A_e = A_{SB}$$

N° de puertas cerradas

$$N_{pc} = 2$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SO_t} - by$$

$$\Delta P_b = 0.0758 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_{sb} = \frac{\Delta P_{SO}}{1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2}$$

$$\Delta P_t = 0.0730 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 712 \text{ FPM}$$

$$A_{SBO_e} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBO_e} = 0.21 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pc} A_{SBO_e}$$

$$Q_{SB} = 301 \text{ CFM}$$

### puerta exterior

Altura media de la puerta exterior

$$y = 3.4 \text{ ft}$$

Mitad del área de la puerta exterior

$$A_{SO} = 12.91 \text{ ft}^2$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 6/10	

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOB} - by$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0766 \text{ in Wg}$$

$$Q_{SO} = 776 \times 0.65 \times A_{SO} \sqrt{\frac{2\Delta P_{SO}}{\rho}}$$

$$Q_{SO} = 9,304 \text{ CFM}$$

**Total**

$$Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas} + Q_{SO} \text{ puerta exterior} \quad Q = 11,960 \text{ CFM}$$

**Factor de corrección**

$$1.5(Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas}) + 1.1 \times Q_{SO} \text{ puerta exterior} \quad Q_t = 14218 \text{ CFM}$$

Pisos superiores( Escalera eje : H-I/4-5) - VP-3

número de pisos

$$N = 10$$

Temperatura del medio ambiente

$$T_o = 85 \text{ °F}$$

Temperatura al interior de la escalera

$$T_s = 82 \text{ °F}$$

altura de la escalera

$$H = 130.2 \text{ ft}$$

numero de puertas de la escalera

$$N_p = 10$$

densidad del aire

$$\rho = 0.075 \text{ Lb / ft}^3$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio

$$\Delta P = 0.0700 \text{ in Wg}$$

área de filtración entre la escalera y el edificio

$$A_{SB} = 0.21 \text{ ft}^2$$

área de filtración entre el edificio y el exterior

$$A_{BO} = 0.95 \text{ ft}^2$$

la mitad del área de la puerta

$$A_p = 12.91 \text{ ft}^2$$

**factor de temperatura**

$$b = 7.64 \left( \frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_s} \right)$$

$$b = -0.0000776 \text{ in Wg / ft}$$

**Puertas Abiertas**

Altura de los Npa pisos

$$y = 13.0 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura 0 ft

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 0.0 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \quad \rightarrow y = 13.0 \text{ ft}$$

No de puertas abiertas

$$N_{pa} = 3$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 7/10	

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOt} = \Delta P_{SB} \left( 1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2 \right)$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0734 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOB} = \Delta P_{SOt} - bH$$

$$\Delta P_b = 0.0835 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_t = \Delta P_{SOt} - by$$

$$\Delta P_t = 0.0825 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 752 \text{ FPM}$$

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.95 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pa} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 2,143 \text{ CFM}$$

### Puertas Cerradas

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB}$$

$$\rightarrow y = 13 \text{ ft}$$

$$130.2$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura H

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB}$$

$$\rightarrow y = \text{ft}$$

Área de flujo efectivo por piso de escalera ft<sup>2</sup>

$$A_e = A_{SB}$$

Nº de puertas cerradas

$$N_{pc} = 7$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOt} - by$$

$$\Delta P_{SB} = \frac{\Delta P_{SO}}{1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2}$$

$$\Delta P_b = 0.0825 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_t = 0.0787 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 741 \text{ FPM}$$

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.21 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pc} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 1,082 \text{ CFM}$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 8/10	

**puerta exterior**

Altura media de la puerta exterior  $y = 3.4 \text{ ft}$   
 Mitad del area de la puerta exterior  $A_{SO} = 12.91 \text{ ft}^2$

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOB} - by$$

$\Delta P_{SO} = 0.0832 \text{ in Wg}$

$$Q_{SO} = 776 \times 0.65 \times A_{SO} \sqrt{\frac{2\Delta P_{SO}}{\rho}}$$

$Q_{SO} = 9,699 \text{ CFM}$

**Total**

$Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas} + Q_{SO} \text{ puerta exterior} \quad Q = 12924 \text{ CFM}$

**Factor de corrección**

$1.5(Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas}) + 1.1 \times Q_{SO} \text{ puerta exterior} \quad Q_t = 15506 \text{ CFM}$

**Pisos superiores( Escalera eje : I-J/3-4) - VP-4**

número de pisos	$N = 10$
Temperatura del medio ambiente	$T_o = 85 \text{ °F}$
Temperatura al interior de la escalera	$T_s = 82 \text{ °F}$
altura de la escalera	$H = 148.4 \text{ ft}$
numero de puertas de la escalera	$N_p = 11$
densidad del aire	$\rho = 0.075 \text{ Lb / ft}^3$
diferencia de presión entre la escalera y el edificio	$\Delta P = 0.0700 \text{ in Wg}$
área de filtración entre la escalera y el edificio	$A_{SB} = 0.21 \text{ ft}^2$
área de filtración entre el edificio y el exterior	$A_{BO} = 0.91 \text{ ft}^2$
la mitad del área de la puerta	$A_p = 12.91 \text{ ft}^2$

**factor de temperatura**

$$b = 7.64 \left( \frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_s} \right)$$

$b = -0.0000776 \text{ in Wg / ft}$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 9/10	

### Puertas Abiertas

Altura de los Npa pisos

$$y = 14.8 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura 0 ft

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \rightarrow y = 0.0 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \rightarrow y = 14.8 \text{ ft}$$

No de puertas abiertas

$$N_{pa} = 3$$

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOt} = \Delta P_{SB} \left( 1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2 \right)$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0736 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOb} = \Delta P_{SOt} - bH$$

$$\Delta P_b = 0.0851 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_t = \Delta P_{SOt} - by$$

$$\Delta P_t = 0.0839 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

$$G = 759 \text{ FPM}$$

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.91 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pa} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 2,067 \text{ CFM}$$

### Puertas Cerradas

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura Npa

$$\Delta P_b = \Delta P_{SB} \rightarrow y = 14.8 \text{ ft}$$

diferencia de presión entre la escalera y el edificio a la altura H

$$\Delta P_t = \Delta P_{SB} \rightarrow y = \text{ft}$$

Area de flujo efectivo por piso de escalera ft<sup>2</sup>

$$A_e = A_{SB}$$

N° de puertas cerradas

$$N_{pc} = 8$$

$$\Delta P_b = \Delta P_{SOt} - by$$

$$\Delta P_b = 0.0839 \text{ in Wg}$$

$$\Delta P_{Sb} = \frac{\Delta P_{SO}}{1 + \left( \frac{A_{SB}}{A_{BO}} \right)^2}$$

$$\Delta P_t = 0.0799 \text{ in Wg}$$

$$G = 1740 \left( \frac{\Delta P_t^{3/2} - \Delta P_b^{3/2}}{\Delta P_t - \Delta P_b} \right)$$

	<b>HOJA DE CALCULO-PRESURIZACION DE ESCALERAS MODIFICACION DE PROYECTO APROBADO</b>	Doc. N°: 001-IIMM	
		Rev.: 00	Fecha: 10/09/2015
		Pagina: 10/10	

$$G = 747 \text{ FPM}$$

$$A_{SBOe} = \frac{A_{SB} A_{BO}}{\sqrt{A_{SB}^2 + A_{BO}^2}}$$

$$A_{SBOe} = 0.21 \text{ ft}^2$$

$$Q_{SB} = GN_{pc} A_{SBOe}$$

$$Q_{SB} = 1,227 \text{ CFM}$$

<b>puerta exterior</b>
------------------------

Altura media de la puerta exterior

$$y = 3.4 \text{ ft}$$

Mitad del area de la puerta exterior

$$A_{SO} = 12.91 \text{ ft}^2$$

$$\Delta P_{SO} = \Delta P_{SOB} - by$$

$$\Delta P_{SO} = 0.0848 \text{ in Wg}$$

$$Q_{SO} = 776 \times 0.65 \times A_{SO} \sqrt{\frac{2\Delta P_{SO}}{\rho}}$$

$$Q_{SO} = 9,793 \text{ CFM}$$

<b>Total</b>
--------------

$$Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas} + Q_{SO} \text{ puerta exterior}$$

$$Q = 13087 \text{ CFM}$$

**Factor de corrección**

$$1.5(Q_{SB} \text{ puertas abiertas} + Q_{SB} \text{ puertas cerradas}) + 1.1 \times Q_{SO} \text{ puerta exterior}$$

$$Q_t = 15714 \text{ CFM}$$