



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



Recibo de pago N° 719447

Visto el Informe N° 169-2024-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

N° 154-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud del **Trabajo de Suficiencia Profesional** cuyo título es:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN FORZADA EN LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL DE LLATA, HUÁNUCO

Presentado por:

HUAMAN GOMEZ, ELVIS YONATHAN

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA ELECTRÓNICA. El resultado obtenido es un porcentaje de CINCO POR CIENTO (5%), por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 07 de Agosto del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA



Implementación de un sistema automatizado de aire acondicionado y ventilación forzada en los servicios de salud del Hospital de Llata, Huánuco

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Autor:

ELVIS YONATHAN HUAMÁN GÓMEZ

ICA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo dedicado a mis padres quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente.

También les dedicó a mis hermanos, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y llegar hacer un ejemplo para ellos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, cada día en el transcurso de mi camino e ilumíname en todo lo que realizo, y agradezco a mi padre por ser el ejemplo para seguir adelante en el convivir diario y por inculcarme valores que de una y otra forma me sirve en mi vida cotidiana gracias por eso y por muchos más.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Introducción	xii
Capítulo I: Información de la institución	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.1.2. Actividad	1
1.1.1.3. Misión y visión de la empresa.....	1
1.1.1.4. Organización	1
Capítulo II: Trayectoria profesional.....	3
2.1. Descripción general de experiencia	3
2.1.1. Actividad profesional desempeñada.....	3
2.1.2. Propósito del puesto.....	3
2.1.3. Producto o proceso que es objeto del informe.....	3
2.1.4. Resultados concretos logrados.....	4
Capítulo III: Aplicación profesional	5
3.1. Realidad problemática.....	5
3.2. Proyecto de solución	9
3.2.1. Etapas.....	10
3.3. Metodología	10
3.4. Modelo	11
3.5. Actividades.....	11
3.5.1. Alcances de las instalaciones desarrolladas.....	13

A. Sistema de aire Acondicionado Calefacción	13
B. Cálculo de calibre del conductor que alimenta a los motores trifásicos de las manejadores de aire (UMA)	18
C. Sistema de ventilación mecánica (VM)	19
D. Presurización de escaleras (PE).....	28
E. Sistemas de descarga de aire caliente cocina	31
F. Sistema de aire acondicionado y calefacción	35
G. Cálculos de carga térmica aplica para calefacción para manejadoras de aire y tratamiento de aire (UMA, UTA).....	37
H. Ventilación mecánica	43
I. Cálculo de caudales de aire	44
J. Cálculo de filtros de aire.....	44
K. Sistema de extracción de vahos y grasa.....	45
I. Presurización de escaleras.....	46
3.5.2. Cálculos justificativos de presurización de escalera	48
A. Presurización de Escaleras.....	48
B. Cálculos	51
C. Flujo de aire con todas las puertas cerradas.....	52
D. Flujo de aire con las puertas internas abiertas	52
E. Flujo de aire con la puerta exterior abierta	52
F. Caudal de aire total del inyector.....	52
G. Caudal para dimensionar el damper	52
3.5.3. Sistema de calefacción.....	52
3.5.4. Diseño 3D de las instalaciones	54
3.6. Instrumentos	77
3.7. Fundamentos	77
3.8. Materiales y Herramientas.....	80
A. Materiales	80
B. Herramientas	88
3.9. Pruebas	91

3.10. Protocolo de entrega.....	92
Capítulo IV: Aportes a la institución	96
4.1. Aportes	96
Conclusiones	97
Recomendaciones.....	98
Referencias bibliográficas.....	99
Anexo.....	102

Índice de tablas

Tabla I: Tabla de cálculo de caudal.....	44
Tabla II: Clases de sistemas de presión diferencial en edificios según su uso.....	47
Tabla III: Criterio de diferencia de presión.....	47
Tabla IV: Criterio de flujo de aire.....	48
Tabla V: Áreas típicas de fuga para paredes y pisos de edificios comerciales.....	49
Tabla VI: Diferencias mínimas de presión de diseño a través de barreras contra humo. (NFPA 92A – Edición 2009)	49
Tabla VII: Requisitos de ventilación y temperatura para Áreas de Cirugía y Cuidados Intensivos ...	52
Tabla VIII: Requisitos de ventilación y temperatura para diferentes espacios	53
Tabla IX: Cuadro de equipos – UMA y UTA Calefacción.....	60
Tabla X: Tabla de capacidades de equipos ventiladores.....	61

Índice de figura

Figura N°1: Ubicación de la empresa COLD IMPORTA S.A.	2
Figura N°2: Organigrama general de la empresa COLD IMPORT S.A.	2
Figura N°3: Distrito de Llata, Huamalies, Huánuco	4
Figura N°4: Ubicación geográfica del Hospital de Llata	5
Figura N°5: Esquema 3D del Hospital de Llata.....	6
Figura N°6: Vista lateral derecho del Hospital de Llata	7
Figura N°7: Vista lateral izquierdo del Hospital de Llata.....	8
Figura N°8: Esquema de ingresos al Hospital de Llata.....	9
Figura N°9: Proceso de construcción del Hospital de Llata.....	12
Figura N°10: Proceso de construcción del Hospital de Llata (vista posterior)	12
Figura N°11: Unidad de Tratamiento de aire (UTA)	13
Figura N°12: Ubicación de elementos principales de las UTAs.....	14
Figura N°13: Ubicación de controles en los elementos principales de (UTA)	14
Figura N°14: Diagrama de conexión de control de (UTA).....	15
Figura N°15: Unidad manejadora de aire (UMA).....	16
Figura N°16: Ubicación de los elementos principales de (UMA)	16
Figura N°17: Ubicación de controles en los elementos principales de la (UMA)	17
Figura N°18: Diagrama de conexión de controles de (UMAS)	18
Figura N°19: Equipo de ventilación mecánica tipo gabinete.....	20
Figura N°20: Diagrama de conexión de fuerza y control de los equipos de ventilación mecánica ...	21
Figura N°21: Equipo extractor para cadáveres	22
Figura N°22: Diagrama de conexión de fuerza y control para el equipo de cadáveres.....	23
Figura N°23: Equipo de extracción de baños áreas comunes tipo gabinete.....	24
Figura N°24: Diagrama de conexión de fuerza y control de equipos de extracción de baños en 380 V	25
Figura N°25: Diagrama de conexión de fuerza y control de equipos de extracción de baños en 220 V	26
Figura N°26: Equipo de presurización de escalera	28

Figura N°27: Tablero de conexión con el equipo de presurización de escalera.....	29
Figura N°28: Diagrama de conexión de fuerza y control de los equipos de presurización de escaleras	30
Figura N°29: Equipo y tablero de inyector de cocina	31
Figura N°30: Equipo de extractor, precipitador de grasa y tablero de cocina.....	32
Figura N°31: Campana de extracción de cocina de 7m × 3m.....	32
Figura N°32: Conexión de fuerza y control para el sistema de cocina – equipo inyector de aire	33
Figura N°33: Conexión de fuerza y control para el sistema de cocina – equipo extractor de aire caliente	34
Figura N°34: Fuerzas aplicadas a una puerta para sistema de control de humos.....	50
Figura N°35: Ubicación de equipos instalados en Terraza del piso 4 Área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS	55
Figura N°36: Vista superior del ambiente: Entretecho	56
Figura N°37: Ubicación de equipos instalados en entretecho área 200 y piso técnico del piso 5 área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS, UTAS.....	57
Figura N°38: Ubicación de equipos instalados en piso 6, área 100 (TBC) con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS, UTAS	58
Figura N°39: Ubicación de equipos instalados en entretecho área 100, y entretecho área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventiladores, UMAS, UTAS.....	59
Figura N°40: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del Sector 2B.....	65
Figura N°41: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 2B'	65
Figura N°42: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 3A	66
Figura N°43: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 3B'	66
Figura N°44: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 6A	67
Figura N°45: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 6B	67
Figura N°46: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector laboratorio	68
Figura N°47: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector sala de operaciones	69
Figura N°48: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector sala de partos	70
Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete)	71-76
Figura N°50: Diagrama de flujo del módulo de control del sistema de automatización del HVAC.....	78-79

Figura N°51: Flujo del Sistema de Control de Calidad del Aire.....	80
Figura N°52: Sensor DM-2000-LCD.....	80
Figura N°53: Detector de humo de conducto fotoeléctrico SL-2000-P.....	80
Figura N°54: Humidistato CONDAIR.....	81
Figura N°55: Termostato digital SODECA	81
Figura N°56: Variador de frecuencia.....	82
Figura N°57: Tablero eléctrico	82
Figura N°58: Neptronic 90-402823	83
Figura N°59: Actuador damper – Belimo LMB24-3	83
Figura N°60: Transmisor – Serie HTOS.....	84
Figura N°61: Transformador 24VAC	84
Figura N°62: Válvula BELIMO TR24-ST-T	84
Figura N°63: Sensor de temperatura – Q-Duct MINI.....	85
Figura N°64: Sensor de humedad – Duct Safe Humidity	85
Figura N°65: Switch – H800.....	85
Figura N°66: Switch DP de aire – PA-DPS-8x.....	86
Figura N°67: VFD con entrada análoga – ABB ACS355.....	86
Figura N°68: Humidificador – NORTEC EL005	86
Figura N°69: Relé de interfaz – ABB RB12AV-24VAC/DC.....	87
Figura N°70: Contactor – ABB AF.....	87
Figura N°71: Interruptor automático – serie System pro M compact S2000.....	87
Figura N°72: Relé de sobrecarga – ABB TA25DU-6,5.....	88
Figura N°73: Balómetro – Testo 420.....	88
Figura N°74: Dinamómetro – FORCE GAUGE.....	89
Figura N°75: Vacuómetro digital CPS.....	89
Figura N°76: Pinza amperimétrica.....	90
Figura N°77: Termómetro láser	90
Figura N°78: Manómetro	91
Figura N°79: Protocolos de pruebas de UMAS, UTAS e inductores	92

Figura N°80: Protocolo de extracción de baños y áreas comunes	93
Figura N°81: Protocolo de caudal de aire en cocina	94
Figura N°82: Protocolo de presurización de escaleras.....	95
Figura N°83: Protocolo de operatividad para UMAS-UTAS – piso 5.....	102
Figura N°84: Plano de inductores	103
Figura N°85: Plano de equipos	104
Figura N°86: Replanteo de ductos HVAC – 5to nivel.....	105
Figura N°87: Replanteo de ductos HVAC – nivel entretecho	106
Figura N°88: Certificado de calibración	107
Figura N°89: Resultados de calibración.....	108

INTRODUCCIÓN

La ejecución del proyecto de integración de un moderno sistema de gestión automatizada de las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en el Hospital Llata ubicado en la región Huánuco, surgió ante la necesidad de renovar la infraestructura de climatización y distribución de aire del establecimiento. Considerando las limitaciones de control y monitoreo de las instalaciones HVAC existentes, resultaba prioritario actualizar tecnológicamente estos sistemas críticos mediante la incorporación de un avanzado sistema de automatización. Bajo este contexto, el presente proyecto tuvo como objetivo implementar una solución integral de control HVAC basada en sistemas de automatización de última generación, que permitiera gestionar de forma remota y eficiente las condiciones ambientales en los distintos ambientes hospitalarios. El alcance comprendió el diseño, suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de control automatizado, incluyendo todos los equipos, redes, instrumentación, cableado y programación necesarios. Las limitantes estuvieron relacionadas con realizar los trabajos manteniendo la operatividad de los servicios críticos del hospital. La justificación se sustenta en la necesidad de garantizar las condiciones óptimas de temperatura, humedad y calidad de aire requeridas en una moderna infraestructura hospitalaria a través de tecnologías de automatización actualizadas y eficientes energéticamente.

I. INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

1.1. Generalidades.

1.1.1. Descripción de la empresa.

Razón social: Cold Import S.A.

RUC: 20100049857

Tipo de empresa: Sociedad Anónima

Condición: Activo

Actividades comerciales: Aire acondicionado, refrigeración y ventilación forzada.

1.1.1.1. Ubicación.

Av. Angamos Oeste N°686 – Lima, Lima.

1.1.1.2. Actividad.

Servicio de venta de equipos y accesorio del sistema de HVAC y refrigeración Industrial

Servicio de instalación

1.1.1.3. Misión y visión de la empresa.

MISION:

Satisfacemos las necesidades de nuestros clientes brindándolas productos y servicio de óptima calidad, y manteniendo como el creciente sostenido de la empresa y sus partes interesadas.

VISION:

Ser la empresa líder en nuestro rubro en la región andina y consolidarnos como una organización de gran prestigio basado la gestión de negocio en la innovación y en la entrega de soluciones con calidad de excelencia.

1.1.1.4. Organización.

Presidente del directorio, gerencia general, asesoría jurídica, oficina técnica del sistema integrado de gestión, tecnología de la información y comunicaciones, control interno, tiendas, ingeniería y oficina técnica, recursos humanos, compras y logística, finanzas y contabilidad.

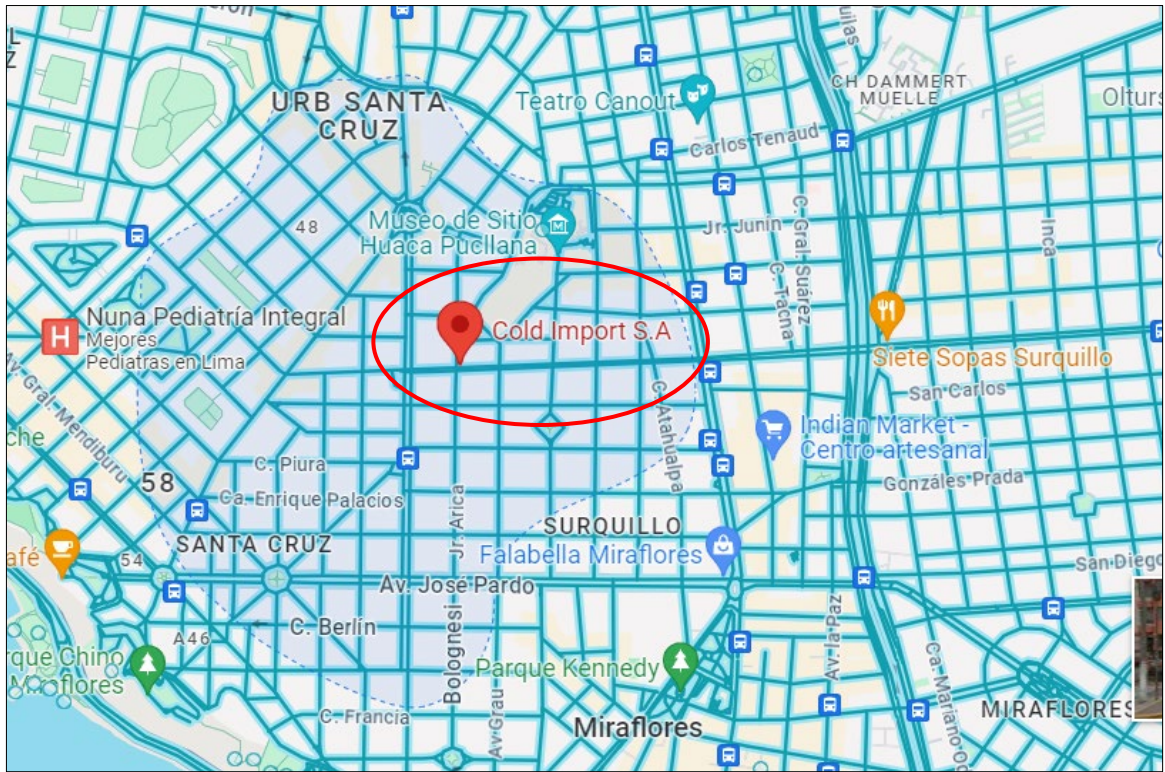


Figura N°1: Ubicación de la empresa COLD IMPORTA S.A.

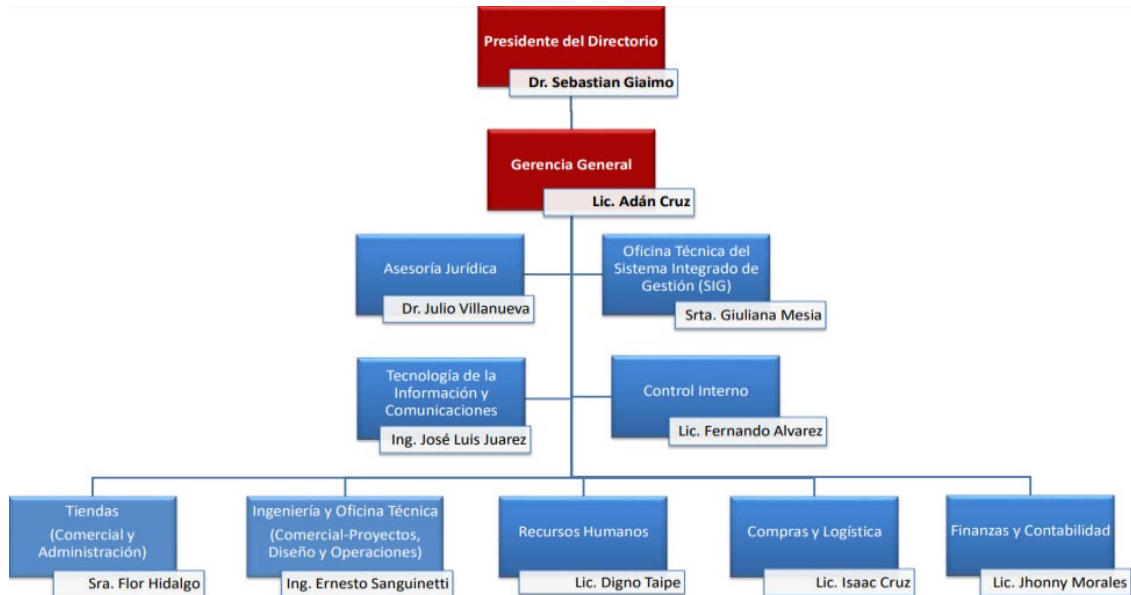


Figura N°2: Organigrama general de la empresa COLD IMPORT S.A.

II. TRAYECTORIA PROFESIONAL

2.1. Descripción general de experiencia.

Desempeño en la posición de Ingeniero Electrónico, con participación activa en el proyecto designado para realizar un análisis del estado actual de las instalaciones, identificando fallas y requisitos. Además, me encargo de diseñar la ingeniería requerida, llevando a cabo cálculos, elaboración de planos y especificaciones técnicas para la implementación de los sistemas eléctricos actualizados.

2.1.1. Actividad profesional desempeñada.

Cargo: Técnico programador en el área de refrigeración industrial en los centros comerciales: Supermercados Plaza Veá, Cencosud S.A., CENCOSUD RETAIL PERU S.A, Makro Supermayorista S.A., Macro, Hiperbodega Precio Uno.

Funciones:

- Toma de parámetros de los equipos, de refrigeración vitrinas, cámaras, auto contenida, rack de compresores, condensadores.
- Programación de display marca CAREL, DIXEL, FULL GUEY, EMERSON.
- Realización de informes de funcionamiento de los equipos de refrigeración.
- Realización de cotizaciones de accesorios y materiales que se encuentra en mal estado.

2.1.2. Propósito del puesto.

Garantizar no solo el cumplimiento de estándares de calidad, sino también llevar a cabo una gestión técnica efectiva. La implementación de documentos como sumitales, el plan de calidad, procedimientos y protocolos se vuelve aún más crucial en este escenario, ya que contribuye directamente a la realización de un proyecto de construcción de infraestructuras críticas.

2.1.3. Producto o proceso que es objeto del informe.

- El sistema de automatización de los equipos de HVAC, que permite monitorear y controlar la temperatura, humedad, presión, flujos de aire, etc. En los distintos ambientes del hospital.
- La lógica de funcionamiento de los diferentes subsistemas: aire acondicionado, calefacción, ventilación forzada, presurización de escaleras, extracción de cocina y grasas.
- Los elementos que conforman la automatización como sensores, controladores, actuadores, equipos, tableros, etc.
- El diagrama de bloques del sistema de control.

2.1.4. Resultados concretos logrados.

- Se logró un sistema capaz de monitorear y controlar variables como temperatura, humedad, presiones, etc. En los diferentes ambientes del hospital, permitiendo mantener las condiciones adecuadas.
- Se implementó exitosamente la lógica de control automatizada para los subsistemas de aire acondicionado, calefacción, ventilación, extracción de gases, etc.
- Se instalaron con éxito los diferentes componentes como sensores, controladores, tableros, equipos terminales, ductos, etc. Que conforman el sistema automatizado.
- Se alcanzó una integración y comunicación apropiada entre todos los elementos del sistema a través del protocolo BACnet y la red de control.
- Se logró una interfaz gráfica centralizada (BMS) para la supervisión y operación del sistema de forma remota.
- El sistema implementado cumple con los requerimientos y necesidades de confort, salud y operatividad requeridos por el Hospital.
- Se concretó con éxito un sistema de gestión automatizado para HVAC que brinda las condiciones ambientales óptimas en el Hospital Llata.

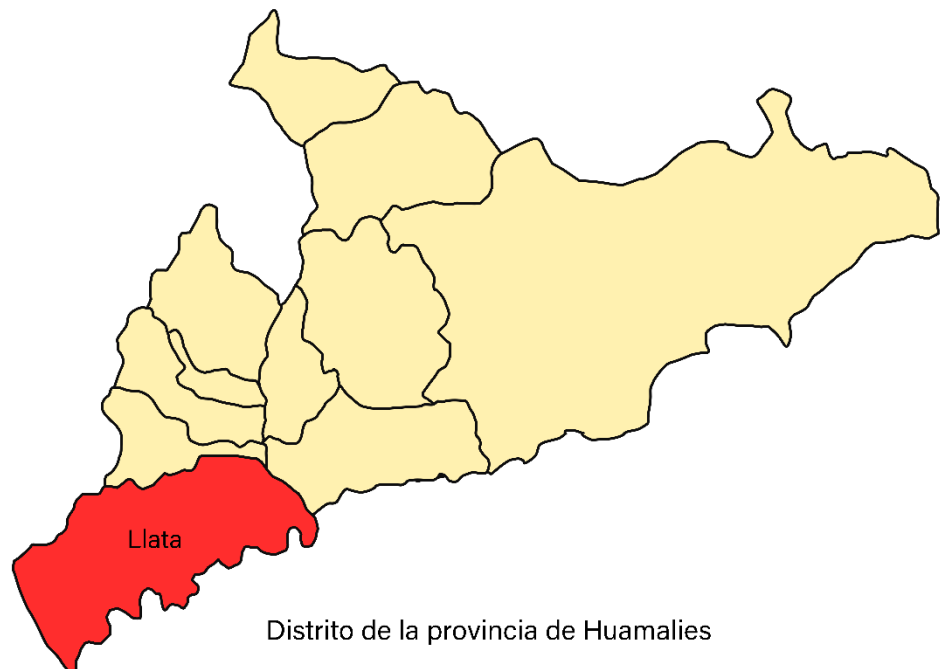


Figura N°3: Distrito de Llata, Huamalies, Huánuco.

III. APLICACIÓN PROFESIONAL

3.1. Realidad problemática.

Hasta el 2021, esta región sólo contaba con una posta médica y mas no un hospital de categoría para atender a sus 20,000 habitantes. Este hospital previo era insuficiente e inadecuado para cubrir las necesidades de salud de la población. Al no existir un hospital de alta complejidad, los pacientes tenían que trasladarse a otros departamentos para acceder a una atención más especializada. Esto implicaba mayores costos, tiempo de traslado e incomodidades.

Además, al ser una región altoandina, es común la presencia de enfermedades respiratorias debido al clima frío. El hospital previo probablemente no contaba con la infraestructura y equipos necesarios para atender adecuadamente a los pacientes.

En resumen, la principal problemática que motivó la construcción de este nuevo Hospital Llata fue la falta de un centro de salud equipado y de alta complejidad para atender las necesidades de la población de la región, brindando servicios de calidad y reduciendo la necesidad de traslados a otros departamentos.

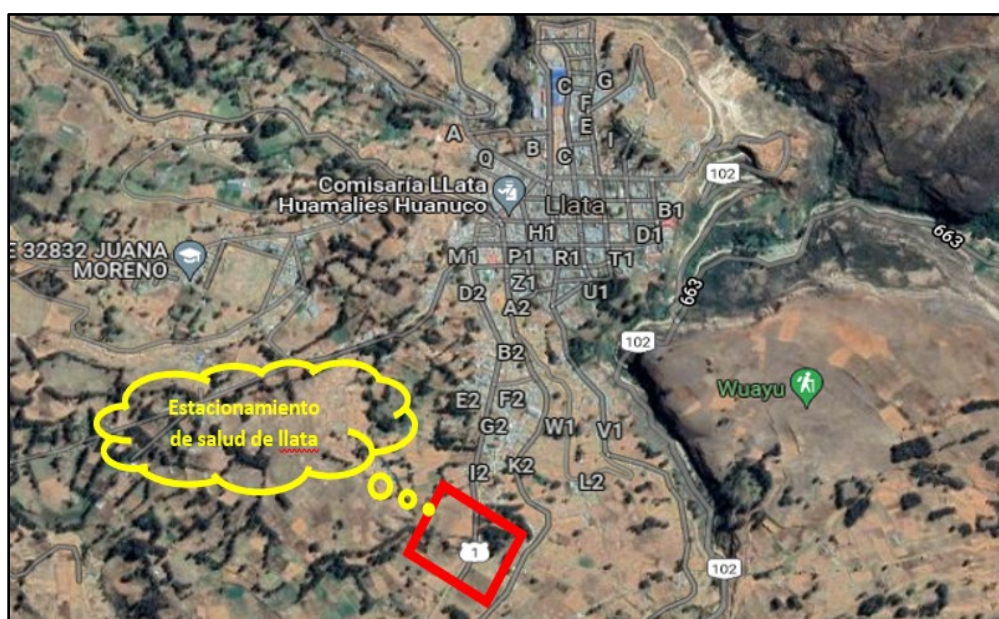


Figura N°4: Ubicación geográfica del Hospital de Llata.

La infraestructura del Hospital de Llata se divide en sectores dispuesto de acuerdo con los servicios que brindará, están unidos mediante corredores, 5éptico5ico las condiciones de funcionalidad y unidad al conjunto. La capacidad máxima de hospitalización es de 34 camas. Los sectores considerados han sido distribuidos en 6 niveles. Las características del terreno donde se desarrolla el proyecto, con el claro desnivel entre fachadas opuestas, hacen que las circulaciones se desarrollen a lo largo de las plantas con unos claros núcleos verticales situados en las zonas comunes a todas las plantas. Las unidades funcionales se organizan en

las plantas dividiéndose de forma horizontal, al mismo tiempo, hemos considerado muy clarificador disponer de áreas que tienen un desarrollo claramente vertical para pacientes que



puedan tener claras semejanzas.

Figura N°5: Esquema 3D del Hospital de Llata.

Toda esta edificación suma una superficie ocupada en la parcela de 2.903,74m². El terreno disponible tiene un área de 7321.44 m², por lo que la ocupación en planta de todas las edificaciones es de un 44,17 %.

La edificación propuesta se plantea en tres volúmenes edificatorios que se desdibujan y son difíciles de identificar debido a la adaptación del edificio al marcado desnivel del terreno.

Estos tres volúmenes no se hacen tan evidentes al exterior por la estética de las cubiertas inclinadas y la pérdida de niveles de cada pastilla según van descendiendo en la altitud del terreno.

El edificio principal (Sector D), tiene una huella rectangular con unas dimensiones de 19,80m × 38,10m y se sitúa con acceso en su fachada principal a noroeste, en paralelo al Jr. Paseo de la Independencia. Los accesos están diferenciados por tipo de usuario y servicio, lo que permite una segregación de recorridos.

El segundo volumen (Sector C), mencionado es otro bloque situado al noreste y con una huella de 29,40m × 23,60m, que tiene su fachada principal orientada a sudeste con acceso directo desde esta. Este bloque se desarrolla en 2 plantas (+3 a +5) contiene los usos de Emergencias (nivel +3 con acceso directo), Centro quirúrgico y Obstétrico (nivel +4).

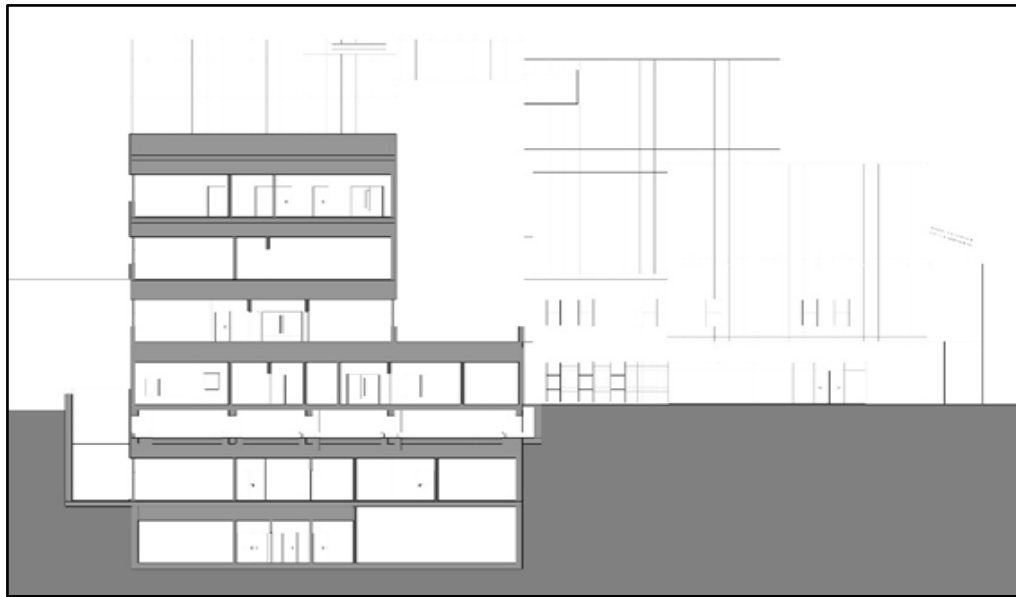


Figura N°6: Vista lateral derecho del Hospital de Llata.

El tercer volumen es un bloque longitudinal (Sectores A y B), que se desarrolla en la dirección de pérdida de altitud del terreno y acoge los servicios menos públicos. El volumen va adaptándose al terreno, de tal manera que incluye todos los niveles (+1 a +6) pero va perdiendo huella por un lado y ganando por otro según de adapta al terreno. En este bloque se encuentra dividida en dos por el eje de circulación principal del edificio, donde se ubican los núcleos verticales que conectan todos los servicios. Tiene acceso por su fachada sudeste en el nivel inferior (nivel +1), por donde se realizan los suministros y el acceso de personal. Este volumen acoge en el nivel +1 las Centrales Técnicas, donde encontraremos los equipos necesarios para dar servicio al Establecimiento de Salud, la Casa de Fuerza, Cisternas y la Central de Gases, conviviendo con servicios generales de apoyo del Establecimiento de Salud, como son: Almacenes, Cadena de Frío, Salud ambiental y Talleres de Mantenimiento. En el nivel +2 se encuentran algunos de los servicios generales de apoyo del Establecimiento de Salud como son Nutrición y Dietética y Lavandería, que conviven con otros usos de carácter no público como son la Residencia de Personal, así como las unidades de Gestión de información. En el nivel +3 de esta pastilla longitudinal se sitúa los servicios de Diagnóstico (D. por Imágenes y Farmacia), Esterilización y Anatomía Patológica con su propio acceso dedicado, en el extremo sudeste del edificio. En el nivel +4 se encuentra la totalidad de servicio de Hospitalización. En el nivel +5 los servicios de Administración y Sala de Usos Múltiples y en el último nivel, nivel +6, la unidad Centro de Hemoterapia y Patología Clínica de del Establecimiento de Salud.



Figura N°7: Vista lateral izquierdo del Hospital de Llata.

Aparte de la entrada principal al Establecimiento de Salud (que da acceso al TBC y Rehabilitación), se proyectan otras entradas a la edificación como son la de Emergencias, Anatomía Patológica y Servicios Generales de Abastecimiento y Centrales.

Además, se ha previsto los accesos exteriores peatonales, compuestas tanto acceso por las rampas peatonales y escaleras, colocándolas en tal manera que se encuentran concentradas en zonas específicas. La primera concentrada cerca al acceso principal, que conecta el nivel de estacionamientos y el nivel +3 donde se ubican Emergencia y Casa Materna. Para facilitar los accesos se ha previsto una zona para un futuro ascensor. La segunda zona se encuentra en la zona lateral del bloque longitudinal donde se ubican escaleras que llevan desde el patio de maniobras de servicio (nivel +1), al patio de maniobras de emergencias (nivel +3). Por último, la tercera zona ubicada en la otra parte lateral del bloque longitudinal, aquí se colocan escaleras que conectan del patio de maniobras (nivel +1), con un patio interno de servicio (nivel +2).

Además, seguridad las salidas de evacuación dadas por las escaleras de evacuación dan a patios interiores conectados a las vías y zonas de evacuación. Ya que en este proyecto los patios interiores son áreas libres donde se facilita la evacuación de los pacientes en caso de siniestro.

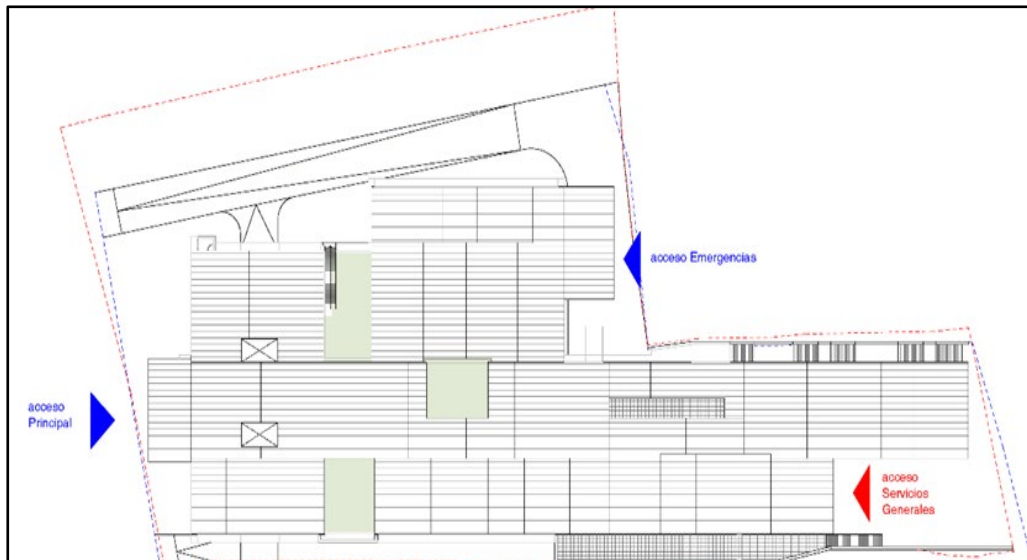


Figura N°8: Esquema de ingresos al Hospital de Llata.

3.2. Proyecto de solución.

La implementación del sistema de automatización HVAC en el Hospital Llata se desarrolló de manera meticulosa. Inicialmente, se realizó un análisis de los requerimientos de automatización necesarios para controlar variables como temperatura, humedad, presiones de aire, etc. En los distintos ambientes del hospital.

Las especificaciones técnicas fueron esenciales, detallando los equipos, sensores, controladores y elementos requeridos para la automatización. Luego, se procedió a la instalación de los tableros de control, equipos terminales como inductores de aire, extractores, así como la implementación de redes y protocolos de comunicación.

Los ductos, tuberías, cableados y demás canalizaciones se desplegaron cuidadosamente, conectando todos los componentes. Se configuraron apropiadamente los controladores, la lógica de control y los parámetros de cada subsistema de aire acondicionado, calefacción, ventilación y extracción.

Además, se implementó una interfaz gráfica centralizada (BMS) para la supervisión y control remoto del sistema automatizado. Finalmente, se realizaron pruebas de funcionamiento, verificando el desempeño integral de la solución de automatización HVAC desplegada en el Hospital Llata.

Gracias a este proceso meticuloso, el hospital cuenta ahora con un sistema HVAC completamente automatizado, entregando las condiciones ambientales óptimas en sus instalaciones.

3.2.1. Etapas.

- Estudio y definición de requerimientos: Se analizaron las necesidades de automatización, variables a controlar, equipos existentes y requeridos, etc. Para definir los alcances del sistema.
- Diseño e ingeniería: Se realizaron los diseños, planos, diagramas y cálculos necesarios para la implementación del sistema de automatización.
- Compra de equipos y materiales: Se adquirieron los equipos de HVAC, sensores, controladores, cableados y demás materiales.
- Instalación y montaje: Se instalaron ductos, tuberías, cableado y se montaron los tableros de control, equipos terminales, etc.
- Configuración y programación: Se configuraron los controladores, se programó la lógica de control y los parámetros de cada subsistema.
- Integración y pruebas: Se probó el funcionamiento integral del sistema, la comunicación entre dispositivos y el software de supervisión.
- Puesta en marcha: Se hizo la puesta en servicio del sistema automatizado de HVAC.
- Capacitación: Se capacitó al personal del hospital en la operación del sistema.
- Mantenimiento: Se realiza el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

3.3. Metodología.

La metodología aplicada en este proyecto parece seguir un enfoque tradicional en cascada para el desarrollo de sistemas de automatización.

Inicialmente se realizó una etapa de análisis de requerimientos, en la que se trabajó junto con el cliente para comprender sus necesidades, definir los alcances del sistema y especificar los requisitos funcionales y técnicos. Posteriormente, en la etapa de diseño se elaboró la arquitectura y las especificaciones técnicas detalladas, abarcando los planos, diagramas de flujo, listas de equipos, selección de componentes, entre otros entregables.

La siguiente fase correspondió a la adquisición de equipos y materiales, gestionando la logística de compra e importación de todos los elementos requeridos para la implementación. Luego siguió la integración y construcción, con las tareas de instalación, montaje, cableado y configuración para ensamblar y dar forma al sistema de automatización. Seguidamente, en la etapa de pruebas se verificó el correcto funcionamiento individual y conjunto de todos los componentes instalados.

Finalmente, se realizó la puesta en marcha y entrega del sistema al cliente, brindando además la capacitación a los operadores y usuarios designados.

3.4. Modelo.

La ejecución del proyecto HVAC en el Hospital Llata se enmarcó en un enfoque tradicional de ciclo de vida en cascada para el desarrollo de sistemas. Este modelo, ampliamente utilizado en proyectos de automatización industrial y construcción, se caracteriza por su secuencialidad y la progresión ordenada a través de diversas fases claves.

El proceso comenzó con una exhaustiva fase de análisis de requerimientos, donde se identificaron y documentaron detalladamente los criterios esenciales para el sistema HVAC. Seguidamente, se llevó a cabo el diseño del sistema, definiendo las especificaciones técnicas y los planos necesarios para guiar la implementación.

La etapa de adquisición/construcción marcó la materialización del diseño, involucrando la obtención de componentes necesarios y la construcción del sistema de acuerdo con las especificaciones previamente establecidas. La fase de integración y pruebas aseguró la coherencia y eficacia del sistema, mediante la realización de pruebas integrales al final de la construcción.

La implementación y puesta en producción representaron la transición hacia la fase operativa del proyecto, donde el sistema HVAC se integró al entorno hospitalario. La última fase del ciclo, operación y mantenimiento implica la gestión continua del sistema, asegurando su funcionamiento óptimo mediante acciones de mantenimiento preventivo y correctivo según las necesidades.

El modelo en cascada se caracteriza por su enfoque sistemático y ordenado en cada fase, una progresión secuencial de actividades, y la documentación exhaustiva de requerimientos y diseño. La realización de pruebas integrales al final de la construcción y la entrega del sistema funcionando en la etapa final son indicativos claros de este enfoque.

3.5. Actividades.

En primer lugar, se realizó un minucioso análisis de los requerimientos y necesidades para el Hospital Llata, recopilando información esencial sobre los ambientes, equipos y sistemas necesarios. Luego, se procedió con una evaluación exhaustiva para determinar los alcances y especificaciones técnicas detalladas de la construcción del hospital. Este diagnóstico permitió establecer todos los sistemas y componentes requeridos.

Con base en esto, se desarrolló la ingeniería y los diseños arquitectónicos del hospital, incluyendo planos constructivos, diagramas de flujo de los distintos sistemas, y el dimensionamiento de los componentes. Se establecieron estándares y protocolos que debían cumplir los materiales, dispositivos y procesos constructivos utilizados durante la ejecución del proyecto.

La construcción se llevó a cabo por etapas: cimentación, estructuras, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas y sistemas especiales. Cada etapa fue supervisada para asegurar el cumplimiento con las especificaciones. Una vez finalizada la construcción, se realizaron rigurosas pruebas de funcionamiento y se corrigieron fallencias detectadas en los sistemas instalados.

Finalmente, la construcción culminó con la entrega formal y puesta en operación del Hospital Llata, verificando el cumplimiento de los requisitos iniciales y su disponibilidad para operar de forma eficiente.



Figura N°9: Proceso de construcción del Hospital de Llata.



Figura N°10: Proceso de construcción del Hospital de Llata (vista posterior).

3.5.1. Alcances de las instalaciones desarrolladas.

A. Sistema de aire Acondicionado Calefacción.

Descripción general. Las áreas para el tratamiento de pacientes con altas exigencias de calidad de aire se tratan con un sistema de climatización (calor) todo aire mediante unidades manejadoras encargadas de filtrar y tratar el aire para conseguir unas condiciones aceptables de temperatura y humedad.

El resto de las áreas del hospital se tratan mediante una instalación de calefacción con Inductores y una ventilación forzada de aire tratado mediante unidades manejadoras encargadas de filtrar y calentar el aire.

Descripción del sistema de calefacción. La Calefacción será generada por dos calentadores de agua y un tanque interacumulador, el cual debe estar conectado al grupo electrógeno. Considerando los ambientes críticos de acuerdo a lo siguiente:

- **Unidades Tratamiento de Aire (UTA) se utilizaron para los siguientes ambientes.**
 - Sala de Cirugía
 - Sala de Partos
 - Corredor rígido
 - Laboratorio

Estas unidades serán del tipo modular y contarán con gabinetes para alojar: serpentín de calefacción, ventilador, filtro lavable, filtros de 30% + 60% + UV + HEPA. Además, el filtro HEPA contará con un diferencial de presión.



Figura N°11: Unidad de Tratamiento de aire (UTA)

- **Esquema y elementos principales de la unidad de tratamiento de aire (UTA)**
 - **DAMPER:** sirve para aislar zonas contra incendios.
 - **FILTROSS MERV 8+13:** se utilizan para atrapar las partículas de aire exterior.

- **SERPENTIN AGUA CALIENTE:** se utilizada para recircular el agua caliente y calentar el aire de inyección.
- **VENTILADOR CON VARIADOR:** sirve para inyectar el aire al ambiente.
- **FILTRO HEPA:** Sirve para atrapar las mini partículas del aire exterior al 99.9%.
- **VALVULA MODULANTE:** estas válvulas sirven para controlar el caudal de agua.

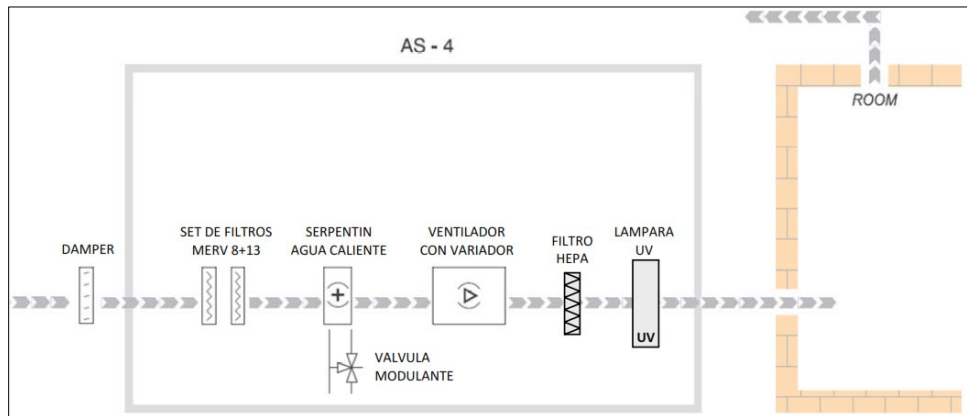


Figura N°12: Ubicación de elementos principales de las UTAs.

- **Accesorios instalados en la unidad de tratamiento de aire (UTA)**

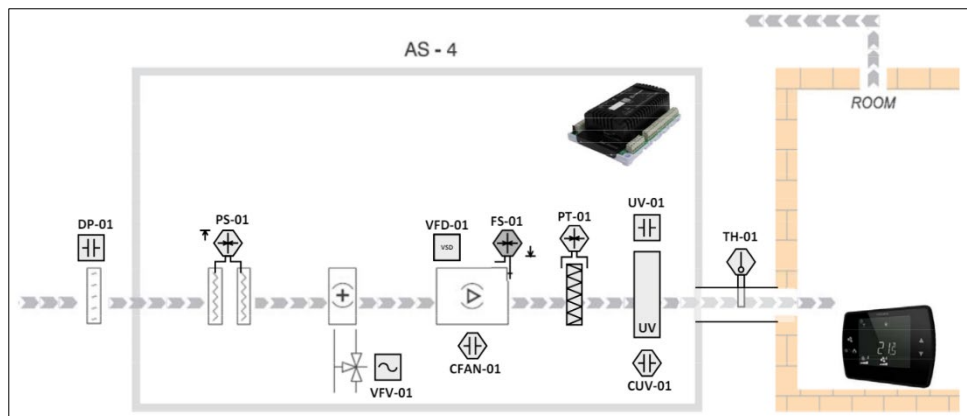


Figura N°13: Ubicación de controles en los elementos principales de (UTA).

- Controlador NEPTRONIC EFCB con termostato TDF.
- PS-01: switch de presión en filtro.
- FS-01: switch de presión en ventilador.
- DP-01: damper tipo ON/OFF 24 VAC.
- VFD-01: VFD del ventilador con entrada analógica para controlarla velocidad.
- CFAN-01: switch de corriente para detección de ventilador encendido.
- TH-01: sensor de temperatura en el ducto de suministro.
- VFV-01: válvula modulante 0-10 V.
- UV-01: contactor relé para luz UV 24 VAC.

- CUV-01: switch de corriente para detección de luz UV encendida.
- 24VAC Control: transformador para alimentar el controlador (incluido).
- 24VAC Potencia: transformador para alimentar los dampers.
- **Conexión de accesorios en la unidad de tratamiento de aire (UTA)**

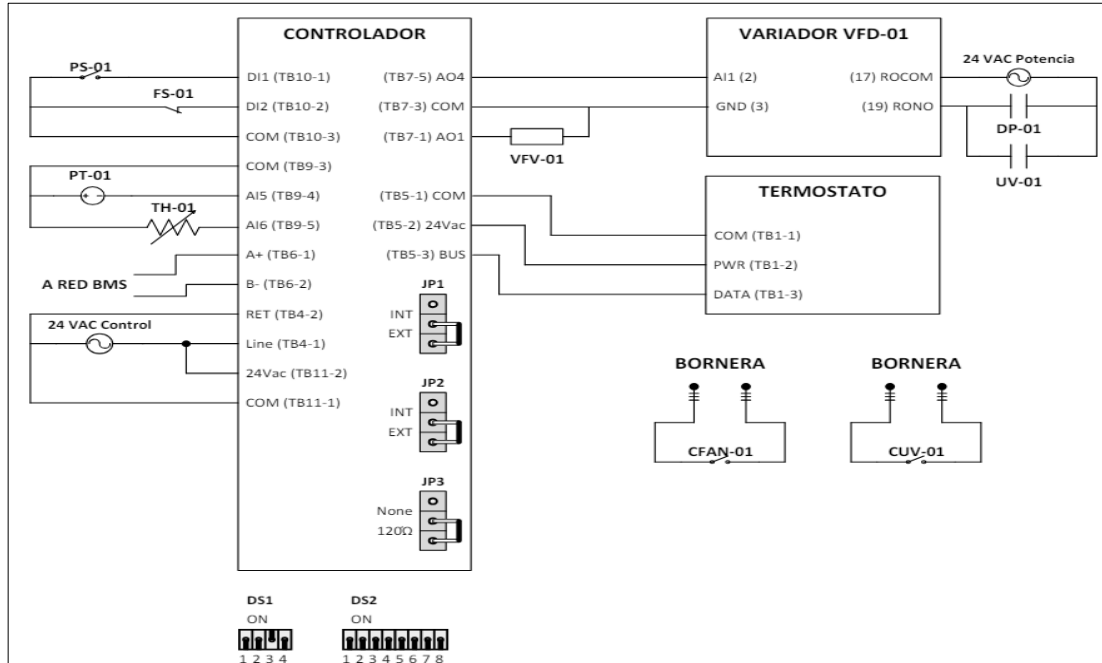


Figura N°14: Diagrama de conexión de control de (UTA).

- **Unidad Manejadora de Aire (UMA): CALOR.**

- Auditorio Sala de Usos Múltiple (SUM)
- Gimnasio.
- Sala de recuperación
- Sala de emergencia
- Sala de hospitalización
- Sala de TBC

Estas unidades es del tipo modular y cuenta con gabinetes para alojar: serpentín de calefacción, ventilador, filtro lavable, filtros de 30% + 60%.



Figura N°15: Unidad manejadora de aire (UMA).

• **Esquema y elementos principales de la unidad de manejadora de aire (UMA).**

- DAMPER: sirve para aislar zona contra incendios.
- SET DE FILTROS MERV 8-13: se utilizan para atrapar las partículas de aire exterior.
- INTERCAMBIADOR DE PLACAS: sirve para combinar el aire exterior con el aire interior.
- VENTILADOR DE SUMINISTRO: inyecta aire así los ambientes mediante ductos a una temperatura 30 °C.
- VENTILADOR DE EXTRACCION: extrae el aire de los ambientes.
- SERPENTIN DE AGUA CALIENTE: sirve para recircular el agua y calentar el aire a una T de 50 °C:
- VALVULA MODULANTE: sirven para calcular el caudal de agua según la temperatura.
- ROOM: ambiente.

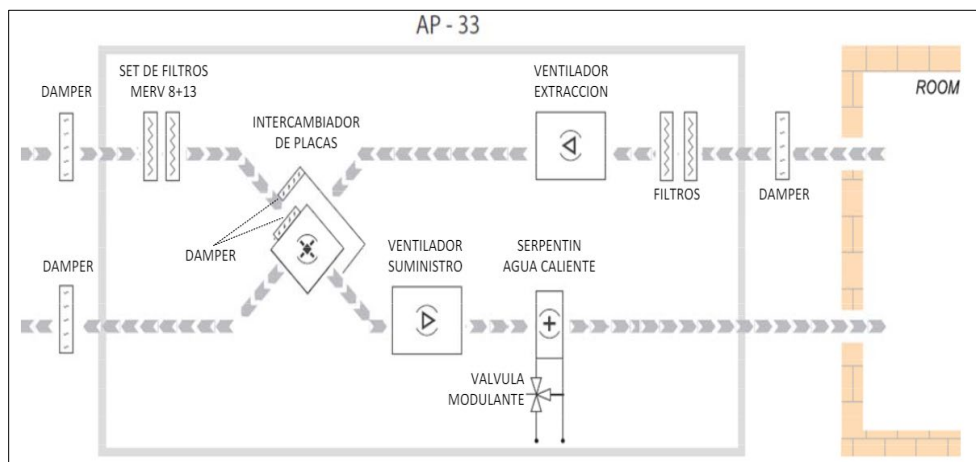


Figura N°16: Ubicación de los elementos principales de (UMA).

- **Accesorios instalados en la unidad de manejadora de aire (UMA)**
 - Controlador con termostato integrado NEPTRONIC TUUB.
 - PS-01, PS-02: switch de presión para detectar filtro sucio.
 - FS-01, FS-02: switch de presión para detectar flujo de aire.
 - DP-01, DP-02: 17éptic tipo ON/OFF 24 VAC.
 - DP-03, DP-04, DP-05: dámper tipo modulante 0-10 V.
 - VFD-01, VFD-02: VFD del ventilador con entrada análoga para controlar la velocidad.
 - CFAN-01, CFAN-02: switch de corriente para detección de ventilador encendido.
 - TH-01, TH-02: sensor de temperatura en los ductos de suministro y retorno
 - VFV-01: válvula modulante 0-10 V.
 - 24VAC Control: transformador para alimentar el controlador (incluido).
 - 24VAC Potencia: transformador para alimentar los dámperes.

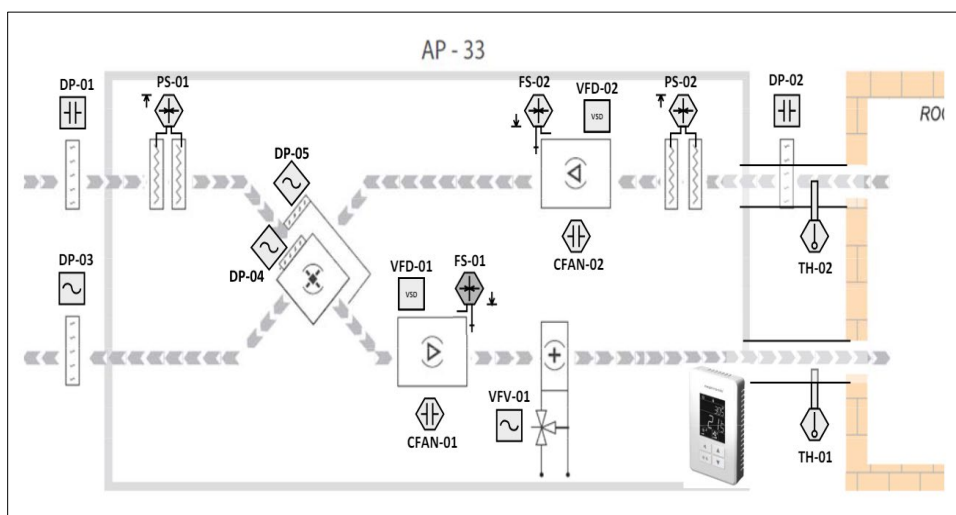


Figura N°17: Ubicación de controles en los elementos principales de la (UMA).

- **Conexión de accesorios en la unidad de manejadora de aire (UMA).**

Todas las conexiones de fuerza de las unidades manejadoras de aire, de tablero de alimentación hasta el tablero de control son con cable de 4mm libre de halógeno marca INDECO. Estos alimentadores se calculan según la potencia del equipo (kW).

Todas las conexiones de control en el tablero de la unidad manejados son de 1.5mm libre de halógeno marca INDECO.

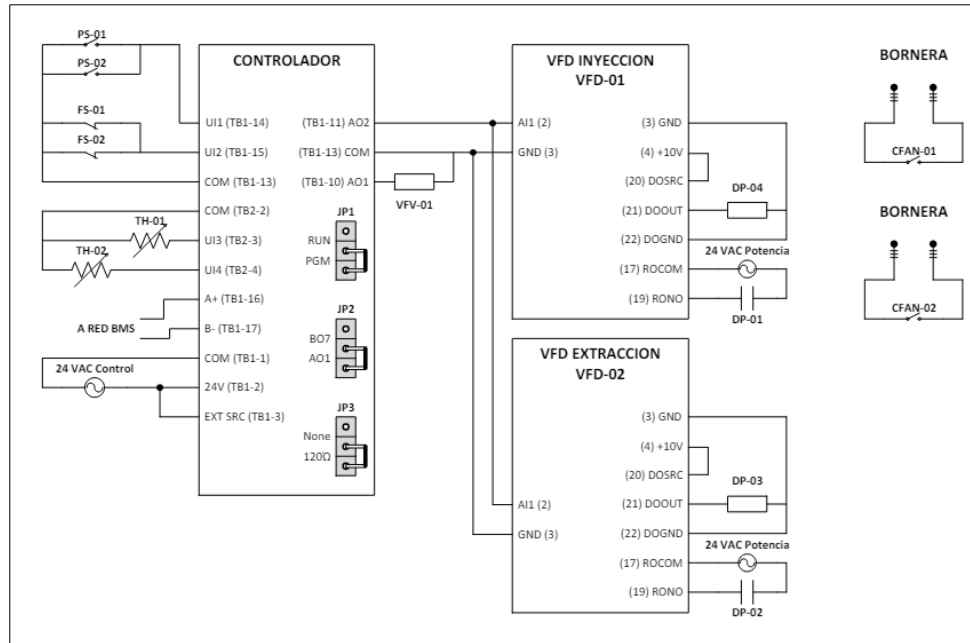


Figura N°18: Diagrama de conexión de controles de (UMAS).

B. Cálculo de calibre del conductor que alimenta a los motores trifásicos de las manejadoras de aire (UMA).

1. Determinaremos la corriente.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * v * \cos\phi * n}$$

P: 5 HP (potencia de motor)

V: 380 (voltaje de motor)

COSφ: 0.85 (factor de potencia)

n: 0.8 (eficiencia de motor)

Reemplazamos

$$I = \frac{5*(746W)}{\sqrt{3}*380*0.85*0.8} = \frac{3,730w}{421.23} = 8.9A$$

$$I = 8.9A$$

2. Determinar la corriente de diseño.

$$I_d = 1.25 * I$$

I_d: corriente de diseño.

$$I_d = 1.25 * 8.9A$$

$$I_d = 11.13A$$

3. Cálculo de caída de tensión < 3%.

$$AV: AV\%*V$$

AV: Caída de tensión

V: Vataje

Reemplazando

$$AV: 3/100 * 380$$

$$AV = 11.4V$$

4. Cálculo de la selección del conductor.

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * Id * \cos\varphi}{AV}$$

ρ : Resistividad del cobre 0.017 ohmios mm²/m

L: longitud de cable

Id: corriente de diseño

Cos φ : factor de potencia

AV: caída de tensión

Remplazamos

$$S = \frac{\sqrt{3} * 0.017 * 100 * 11.13 * 0.85}{11.4} = \frac{27.86}{11.4} = 2.44 \text{ mm}^2$$

$$S = 2.44 \text{ mm}^2$$

5. Buscamos en la tabla AWG un conductor con un calibre inmediatamente superior, de la tabla observamos que:

AWG N°12 ----- 3.31mm²

AWG N°14 ----- 2.08mm²

Elegimos el cable número N.º 12

6. Verificamos la caída de tensión.

$$AV = \frac{\sqrt{3} * 0.017 * 100 * 11.13 * 0.85}{3.3} = \frac{27.86}{3.3} = 8.4V$$

$$AV: 8.4V < 11.4V$$

Respuesta: elegimos un cable de calibra N.º 12 AWG por 3 cables individuales o un cable tripular.

C. Sistema de ventilación mecánica (VM).

Generalidades. El sistema de Ventilación Mecánica que se aplicó al presente proyecto es del tipo Extracción e inyección de Aire, para lo cual se considera utilizar ventiladores centrífugos con gabinete con ductos y accesorios.

Para las áreas críticas como son: Cirugía, sala de partos, corredor rígido, Laboratorios se ha previsto la utilización de Extractores de Aire Centrífugos tipo gabinete para expulsar el 100% del aire del ambiente crítico.



Figura N°19: Equipo de ventilación mecánica tipo gabinete.

- **Diagrama de conexión de fuerza y control para el sistema de ventilación**
Estos equipos trabajan enclavados con las unidades de tratamiento de aire en el diagrama de fuerza y control dos borneras para recibir la señal del equipo UTA.

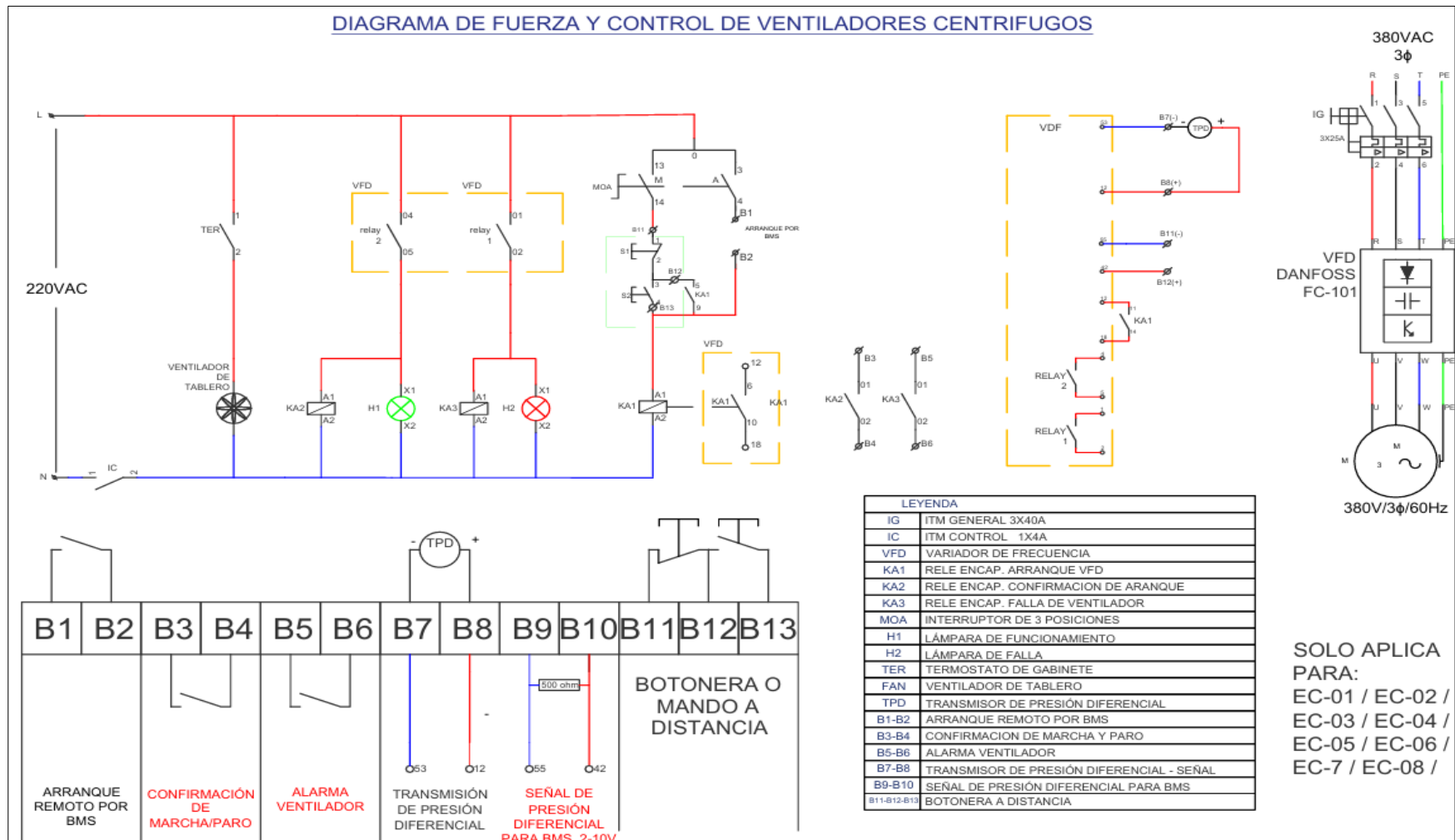


Figura N°20: Diagrama de conexión de fuerza y control de los equipos de ventilación mecánica.

Para el área de Conservación y Preparación de Cadáveres (Anatomía-Patología), se ha previsto la utilización, Extractores Centrífugos tipo gabinete para expulsar el 100% del aire, filtrado por filtros HEPA y filtro de carbón activado para eliminar olores.



Figura N°21: Equipo extractor para cadáveres.

- **Diagrama de conexión de fuerza y control para el sistema de ventilación para cadáveres:** El encendido y pagado es por el sistema BMS enclavado con el extractor.

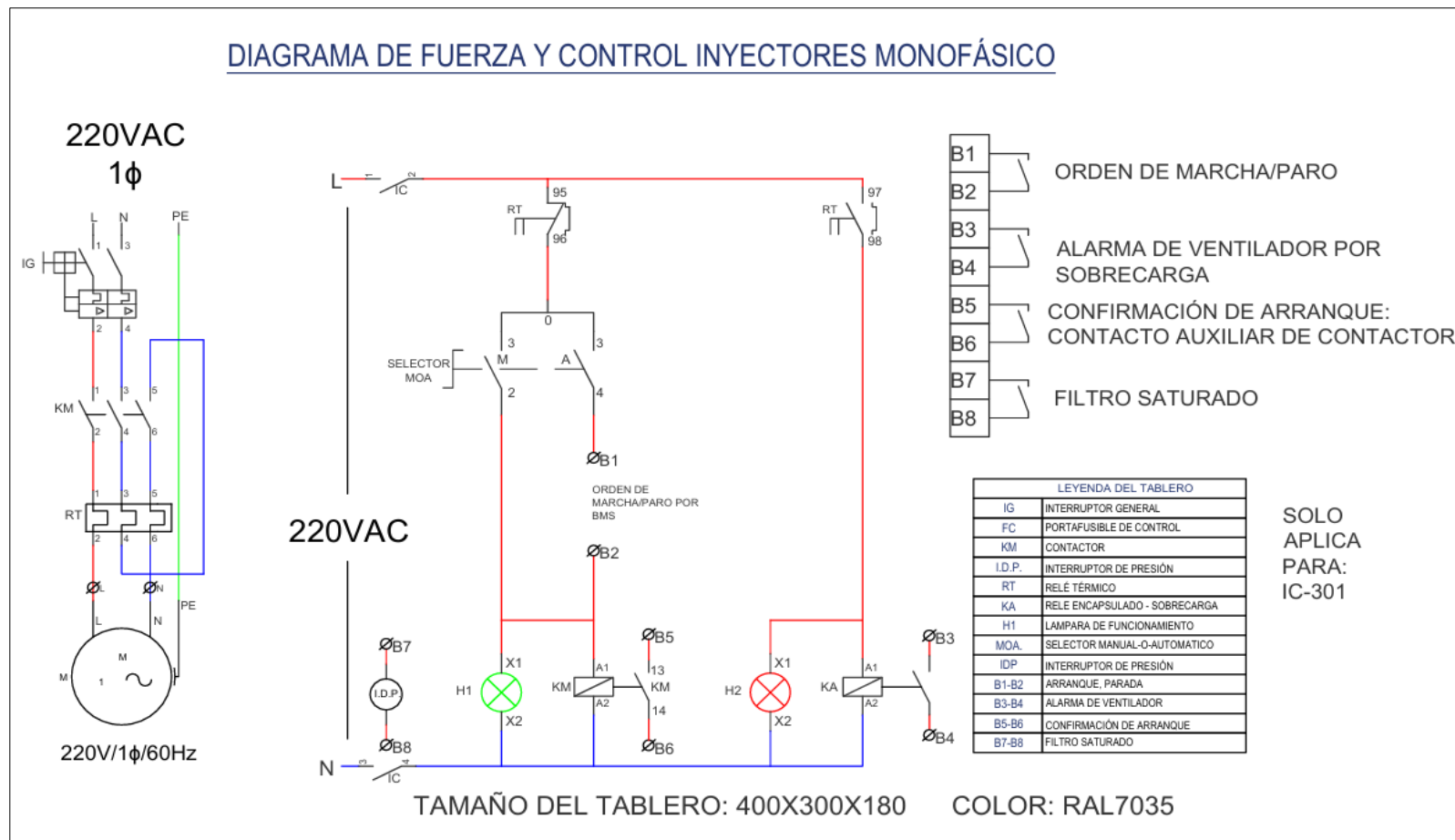


Figura N°22: Diagrama de conexión de fuerza y control para el equipo de cadáveres.

Para cuartos sucios, SS. HH y otros ambientes contaminados, se conectarán mediante ductos y extractor centrífugo tipo gabinete, para expulsar el aire viciado al exterior. El presente proyecto proveerá toda la información técnica necesaria para implementar el Sistema de Ventilación Mecánica.



Figura N°23: Equipo de extracción de baños áreas comunes tipo gabinete.

- **Diagrama de conexión de fuerza y control para el sistema de ventilación para cuartos sucios, SS. HH:** contamos con dos tipos de voltaje en 220 V y 380 V.

DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL EXTRACTORES TRIFÁSICOS

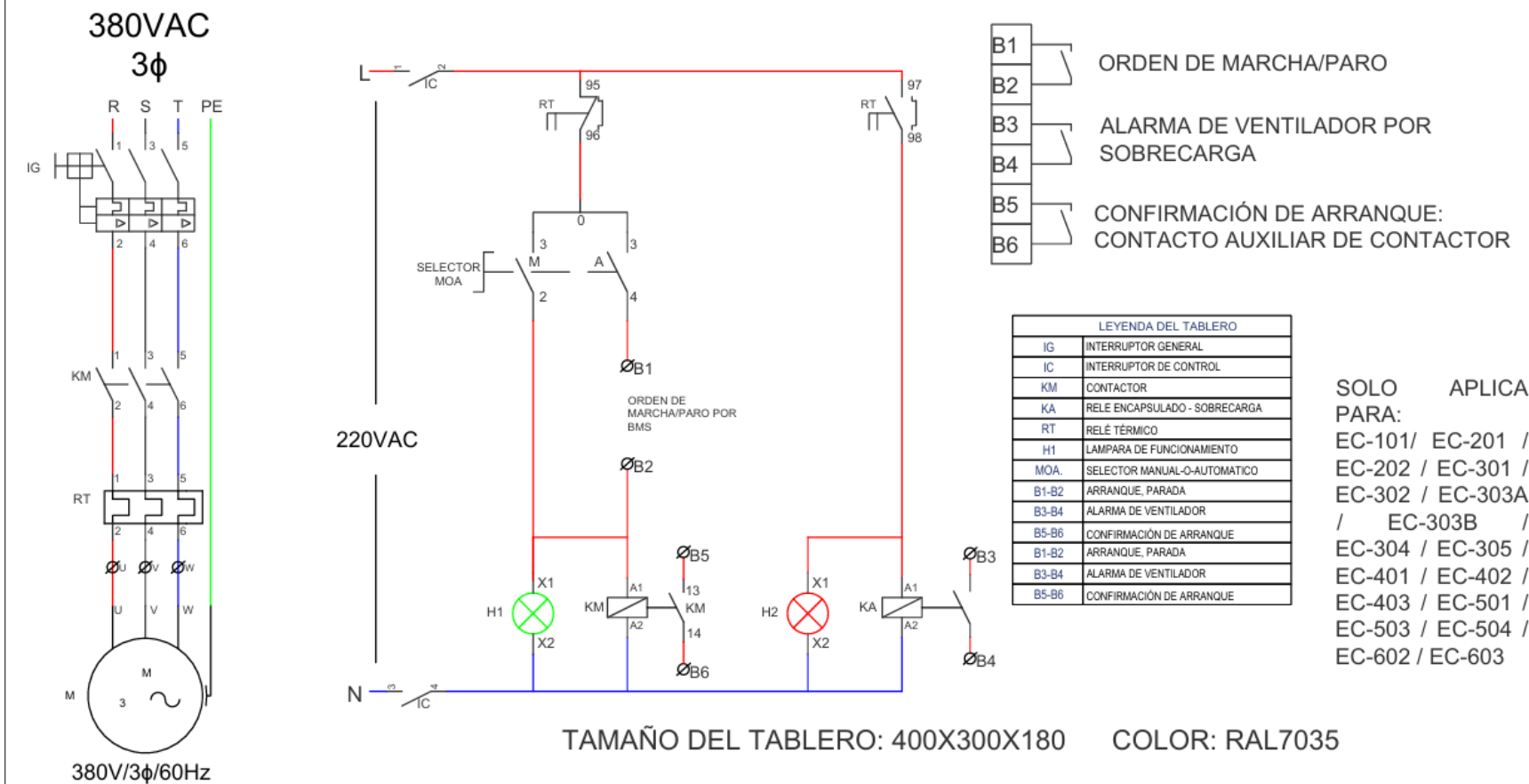


Figura N°24: Diagrama de conexión de fuerza y control de equipos de extracción de baños en 380 V.

DIAGRAMA DE FUERZA Y CONTROL EXTRACTORES MONOFÁSICO

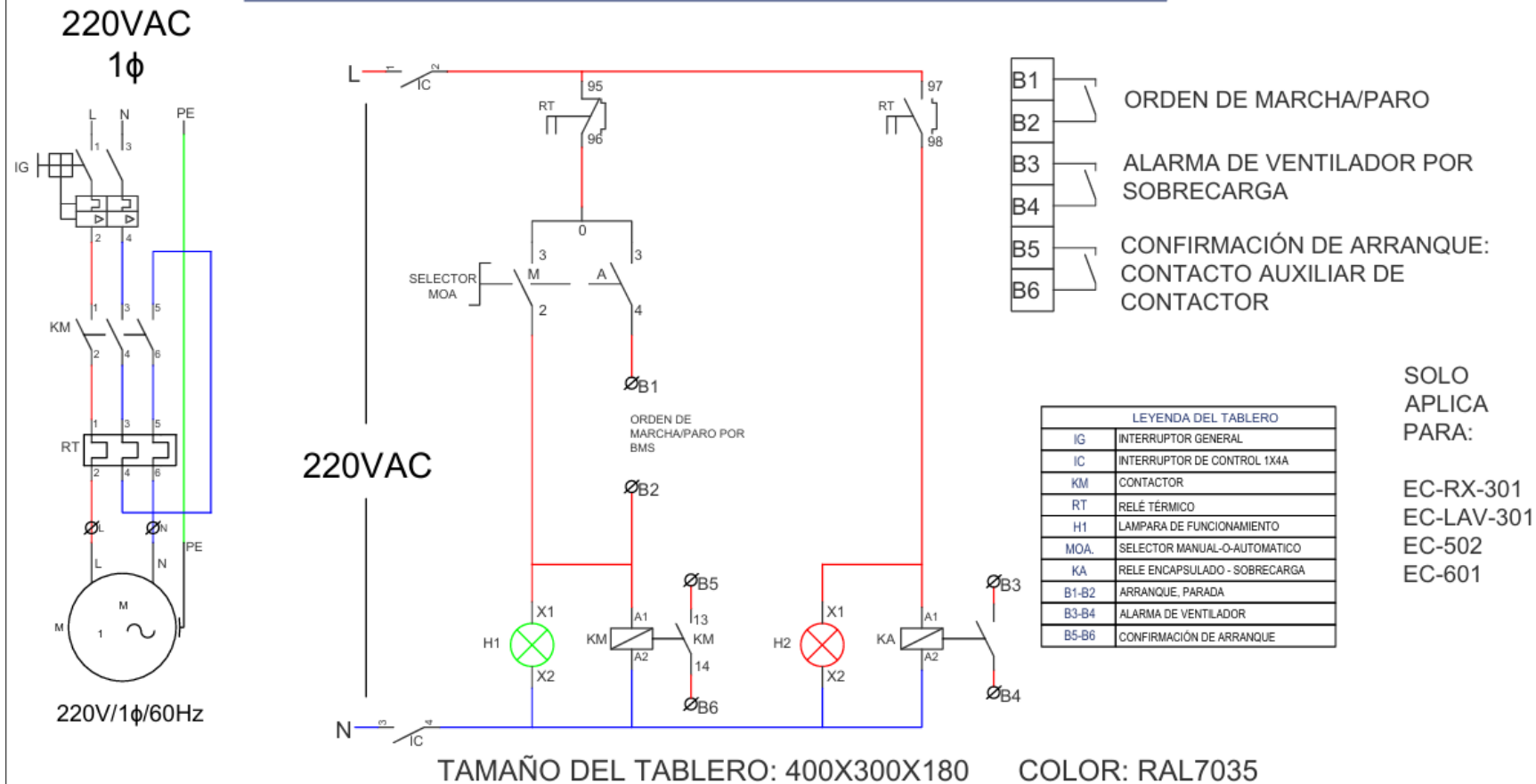


Figura N°25: Diagrama de conexión de fuerza y control de equipos de extracción de baños en 220 V.

Para el desarrollo del presente proyecto se tomaron en cuenta las normas y procedimientos de la ASHRAE, GUIDELINES FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF HOSPITAL AND HEALTH CARE FACILITIES, experiencia local y Planos de Arquitectura.

Las Especificaciones Técnicas dan las normas y requisitos mínimos que debe cumplirse en lo referente a los componentes, fabricación, instalaciones, calidad de materiales, capacidades y tipo de equipos en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación del sistema.

La presente memoria descriptiva y planos presentados como parte del proyecto establecen los parámetros básicos para la implementación del Sistema de Ventilación Mecánica para las áreas indicadas en los planos.

Los sistemas a instalarse cumplen prioritariamente con:

- Proporcionar condiciones de confort a los pacientes de hospitalización y personal de atención, evitando la propagación de olores y gases contaminados.
- Controlar la calidad del aire expulsado, eliminando partículas de 0.3 micrones al 99.97 % de eficiencia mediante filtrado de aire (Anatomía Patológica).
- Eliminar los gases residuales, producto del Trabajo de Esterilización y Laboratorio.

Alcances del diseño. A fin de lograr del objetivo propuesto, se ha preparado el presente documento que define los alcances que deben desarrollarse y estas son:

- El cálculo del caudal de aire extraído será en base a las características propias del ambiente, función especializada y a las condiciones de diseño expuestas más adelante.
- Elaboración de Planos y Especificaciones Técnicas del equipamiento seleccionado, complementados por una Memoria Descriptiva de los trabajos necesarios para una correcta instalación y montaje.
- Confección del Metrado para determinación de equipos y materiales necesario para ejecutar este Proyecto.
- Puntualización de las obligaciones para el Contratista del equipamiento, entendiéndose que será una Empresa Especialista con experiencia en la ejecución de estas obras.
- El Contratista del Sistema de Ventilación Mecánica, será el responsable de la correcta ejecución del proyecto, el cual comprende el suministro e Instalación de Equipos y Materiales detallados más adelante y de aplicar las mejores técnicas de instalación en aquellos puntos que no estén especialmente descritos.

D. Presurización de escaleras (PE).

Con la finalidad de disponer de una vía de evacuación segura en caso de incendio, se han proyectado sistemas de presurización para las Escaleras de Emergencia. Al producirse un incendio, éste deberá ser detectado por el sistema de protección contra incendios implementado en el Hospital, enviando una señal que pondrá en operación los ventiladores de los sistemas de presurización de las escaleras de escape, los cuales inyectarán aire a los ductos de mampostería previstos en el edificio y que contarán con rejillas de descarga de aire al nivel de cada uno de los pisos, logrando así, presurizar la escalera y evitando el ingreso de humo producto del siniestro.

El proveedor del sistema contra incendios preverá un detector de humos al lado de cada uno de los ventiladores de presurización, los cuales deberán ordenar la parada de éstos, en caso de detectarse humo y de este modo evitar que éste sea inyectado a las escaleras de escape.

- **Equipos y tableros instalados para presurización de escalera hospital de llata.**

Los equipos están preparados para trabajar a 3500 msnm

El ventilador es accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas el motor tiene base metálica con tensor de polea y cuenta con protección (guarda motor). La estructura metálica es de plancha de fierro negro doblado de un espesor de 1/8"; para las uniones se usaron pernos galvanizados de 1/4"x1". El rodete y su carcasa es construidos de plancha de fierro negro con un espesor mínimo de 1/16"; el rodete es unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta. Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base zincromato y acabado con dos manos de pintura esmalte. Certificación UL.



Figura N°26: Equipo de presurización de escalera.

Los tableros de fuerza y control esta para los equipos de 29éptico29ico2929 29épti diseñados para trabajar con 29éptico29ico29 publica y grupo electrogeno del hospital, estos equipos en ningún momento se quedan desenergizado.



Figura N°27: Tablero de conexión con el equipo de presurizacion de escalera.

Diagrama de conexión de fuerza y control para el sistema de presurización de escaleras.

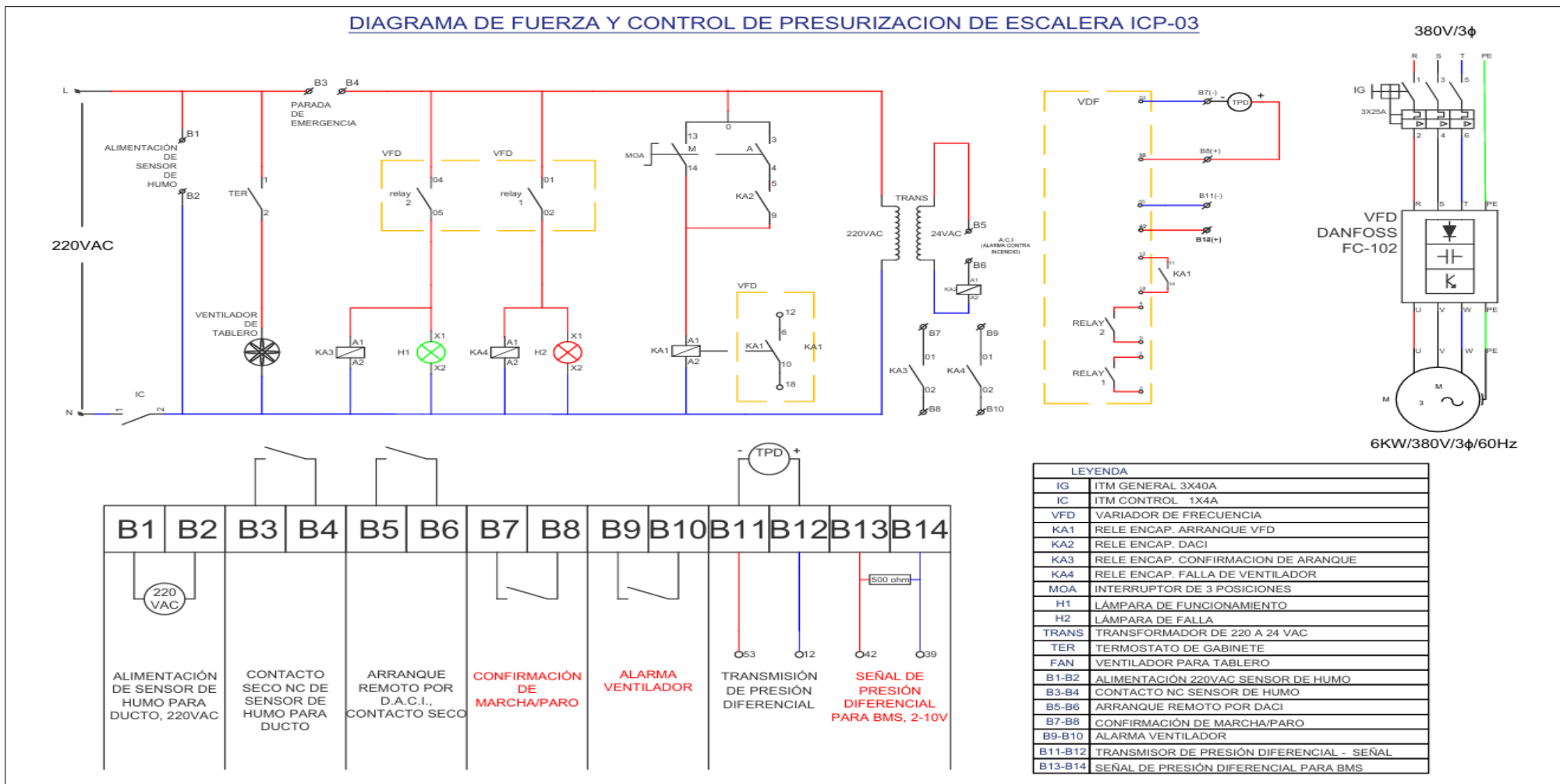


Figura N°28: Diagrama de conexión de fuerza y control de los equipos de presurización de escaleras.

E. Sistemas de descarga de aire caliente cocina.

Se ha instalado un sistema de ventilación de la cocina, con la finalidad de evacuar el calor y olores generados en este ambiente. El extractor de aire que sirve a la cocina poseerá adicionalmente una botonera IP65 de arranque/parada en la zona de trabajo para la operación de acuerdo al uso. Tener en cuenta que al operar cualquiera de los extractores de cocina, deberá accionarse automáticamente los ventiladores de ingreso de aire respectivos. El enclavamiento será eléctrico. Todos los cableados, entubados, relés y contactos auxiliares y demás elementos de control necesarios para esta operación serán suministrados e instalados por el contratista HVAC.



Figura N°29: Equipo y tablero de inyector de cocina.

Para el sistema de extracción se instaló un precipitador electrostático entre la campana y los equipos de extracción, este equipo limpia el aire con grasa mediante un sistema de electrolitos y se expulsará el aire limpio al exterior. Este precipitador electrostático cuenta con un punto de agua caliente a 55°C y un punto eléctrico, su auto lavado es semanal y su programación en su pantalla HMI para el inicio de su auto lavado primero debe detectar que los equipos estén apagados, la duración del auto lavado es de 20 a 30 minutos. Con detergente de gel líquido.



Figura N°30: Equipo de extractor, precipitador de grasa y tablero de cocina.

La campana fue instalada en el piso 2 área 300 a la salida de las campanas de extracción, se instalará un templador cortafuego del tipo fusible térmico, fabricado en chapa de acero con resistencia al fuego a lo menos F-120. La ubicación de este fire dámper es considerado las facilidades para reponer el templador a su posición abierta, en el caso de haber actuado. La temperatura de accionamiento será de 60° C. la interconexión de campana y equipo extractor es e mediante ducto de fierro negro de 1.5mm de aspensor según la norma SMACNA para realizar su limpieza manual se dejaron compuertas de 60cm x60cm cada 2.5m.



Figura N°31: Campana de extracción de cocina de 7m x 3m.

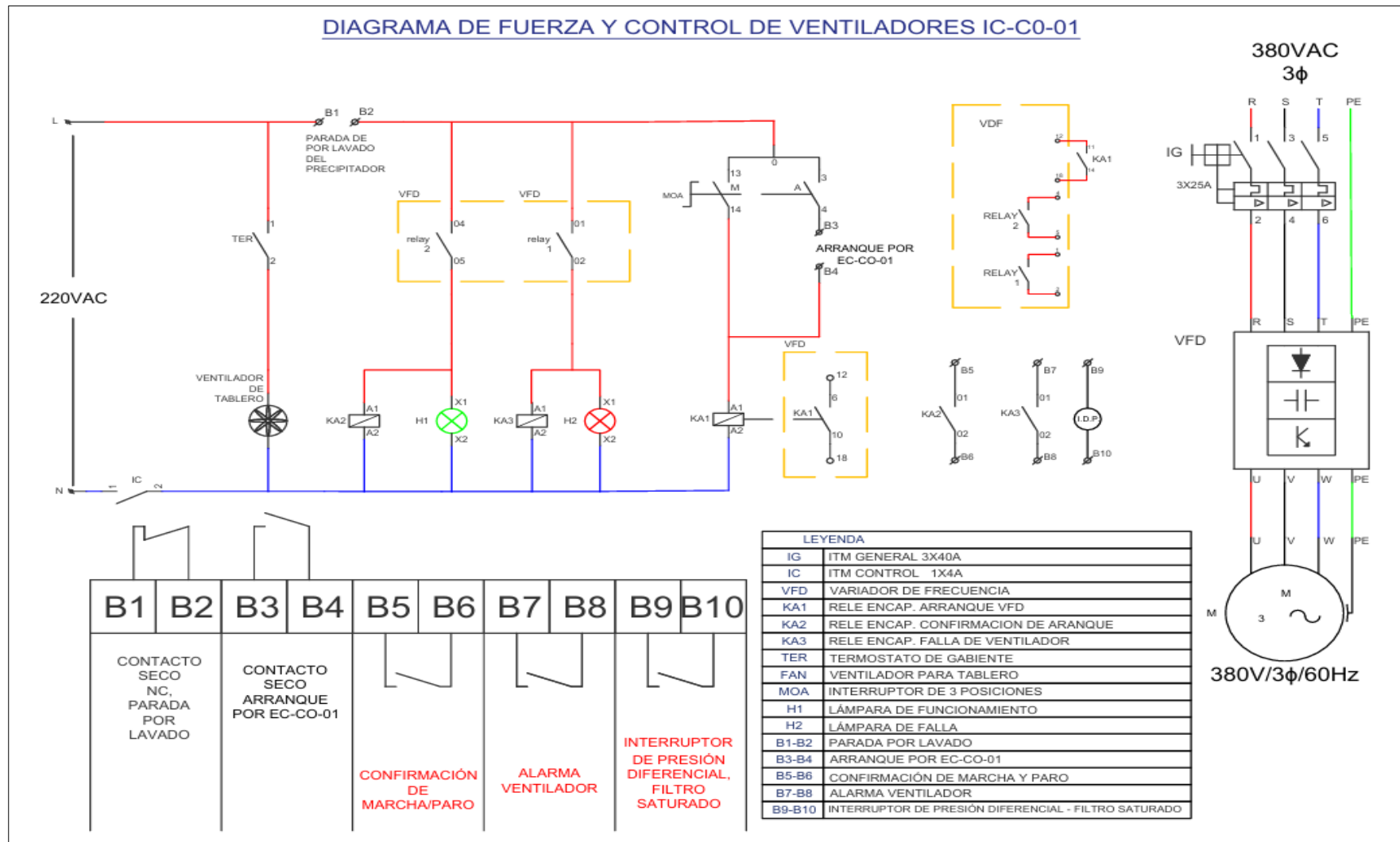


Figura N°32: Conexión de fuerza y control para el sistema de cocina – equipo inyector de aire.

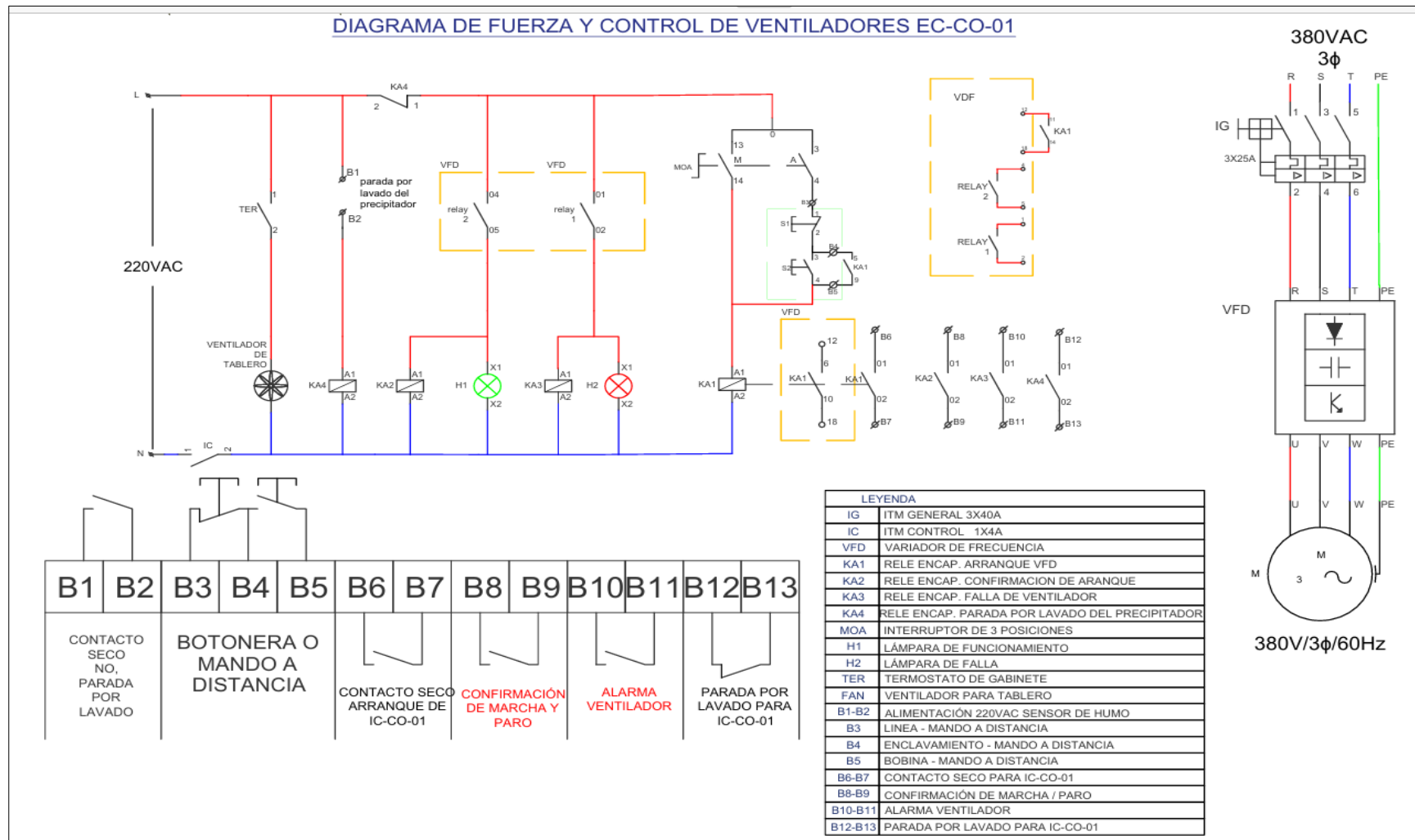


Figura N°33: Conexión de fuerza y control para el sistema de cocina – equipo extractor de aire caliente.

F. Sistema de aire acondicionado y calefacción.

Se disponen datos del SENAMHI de 2 estaciones meteorológicas próximas al Centro Hospitalario:

En relación a las temperaturas máximas, el valor más elevado en el periodo evaluado fue de 21,2°C en la estación de Llata y de 26°C en la de Jacas Grande.

Para unas temperaturas de diseño interiores de 20 a 24°C, las necesidades de frío serán muy bajas, pues salvo en momentos singulares, bastará con el free-cooling para compensar las ganancias interiores.

En relación a las temperaturas mínimas, en la estación de Llata se registran durante todo el año temperaturas negativas en el rango 0 a 7°C. En la estación de Jacas Grande las mínimas están en la horquilla 0 a 5°C.

Estación de Llata situada a 3,239 msnm. Dispone datos en periodo de 1975 a 1980 de acuerdo a SENAMHI.

Para los cálculos, aceptaremos que el clima del distrito de Llata, es templado seco y frío, en la margen izquierda del río Llata tributario del río Marañón, variando la temperatura promedio entre 5°C (agosto) y 22°C (noviembre). La humedad del aire se controlará con humidificadores el cual funcionarán con resistencia eléctrica, estos irán instalados a la salida del ducto de suministro.

El cálculo de las ganancias térmicas para refrigeración y calefacción de los ambientes y el dimensionamiento de los equipos se realizarán en base a los siguientes parámetros:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

- Distrito: Llata
- Provincia: Huamalies
- Región: Huánuco
- Latitud Sur: 9°32'47''
- Longitud Oeste: 76°48'49''
- Altitud: 11,183 ftsnm (3,439 msnm)

a. Condiciones Exteriores.

Verano

Temperatura de bulbo seco:	72°F (22°C)
Temperatura de bulbo húmedo:	63°F (17°C)
Humedad relativa:	75%

Invierno

Temperatura de bulbo seco:	42°F (6°C)
Temperatura de bulbo húmedo:	35°F (2°C)
Humedad relativa:	65%

En la zona urbana de Llata el viento predominante es en la dirección norte- este, presentándose también en la dirección sur-oeste pero con menos frecuencia,

alcanzando una velocidad de hasta 8.23 Km/h. Aproximadamente, el periodo de mayor intensidad se presente de agosto a septiembre.

b. Condiciones interiores.

Aire acondicionado y calefacción (frio/calor): Zonas críticas

• **Sala de operaciones, partos y corredor rígido:**

- Temperatura de bulbo seco (verano): 72°F (22°C)
- Temperatura de bulbo seco (invierno): 68°F (20°C)
- Humedad relativa: 50%
- Movimiento mínimo del aire: 20 cambios/h
- Renovación de aire exterior: 100%
- Relación de presión con área adyacente: Positiva

• **Sala de recuperación, emergencia, hospitalización:**

- Temperatura de bulbo seco (verano): 72°F (22°C)
- Temperatura de bulbo seco (invierno): 68°F (20°C)
- Humedad relativa: 50%
- Renovación de aire exterior: 6 cambios/h
- Relación de presión con área adyacente: Positiva

• **Laboratorio de Bacteriología – Microbiología – Biquímica –**

Hematología – Inmunología:

- Temperatura de bulbo seco (verano): 72°F (22°C)
- Temperatura de bulbo seco (invierno): 68°F (20°C)
- Humedad relativa: 50%
- Movimiento mínimo del aire: 6 cambios/h
- Renovación de aire exterior: 100%
- Relación de presión con área adyacente: Negativa

• **Auditorio (SUM):**

- Temperatura de bulbo seco (verano): 72°F (22°C)
- Temperatura de bulbo seco (invierno): 68°F (20°C)
- Humedad relativa: 50%
- Renovación de aire exterior: 6 cambios/h
- Relación de presión con área adyacente: Positivo

Calefacción:

• **Hospital:**

- Temperatura de bulbo seco (invierno): 68°F (20°C)
- Humedad relativa: 50%
- Renovación de aire exterior: 2 cambios/h
- Relación de presión con área adyacente: Positiva

c. Fluctuación:

- Temperatura de bulbo seco: $\pm 2^\circ\text{F}$
- Humedad relativa: $\pm 5\%$

d. Iluminación:

20 W/m²

e. Coeficientes globales de transmisión (U):

- **Verano:**

▪ Ventana exterior:	11.57 BTU/hm ² -°F
▪ Paredes exteriores:	4.52 BTU/hm ² -°F
▪ Paredes interiores:	2.82 BTU/hm ² -°F
▪ Piso al terreno:	4.61 BTU/hm ² -°F
▪ Entre piso c/FCR:	3.77 BTU/hm ² -°F
▪ Techo al sol (protegido c/ladrillo pastelero):	2.27 BTU/hm ² -°F

- **Invierno:**

▪ Ventana exterior:	12.66 BTU/hm ² -°F
▪ Paredes exteriores:	3.25 BTU/hm ² -°F
▪ Paredes interiores:	2.82 BTU/hm ² -°F
▪ Piso al terreno:	5.68 BTU/hm ² -°F
▪ Entre piso c/FCR:	1.86 BTU/hm ² -°F
▪ Techo al sol (protegido c/ladrillo pastelero):	2.35 BTU/hm ² -°F

f. Ganancias por ocupantes:

▪ Sensible:	250 BTU/h
▪ Latente:	225 BTU/h

g. Ganancias por equipos de Alta Tecnología:

▪ Rayos X (digital):	10,000 BTU/h
▪ Sala de comando:	2,500 BTU/h
▪ Radiología:	4,500 BTU/h

G. Cálculos de carga térmica aplica para calefacción para manejadoras de aire y tratamiento de aire (UMA, UTA).

1.1. Carga térmica en techos, paredes y conducción a través de vidrio.

$$Q = U * A * (CLTD)$$

Donde:

Q: Carga de enfriamiento. Btu/h.

U: Coeficiente de transferencia de calor para techos y paredes. (Btu/h**ft*²).

A: Área de tumbado, pared y vidrio, *ft*²

CLTD: Diferencia de temperatura °F.

1.2. Carga solar a través de vidrios.

$$Q = A * SC * SHGF_{max} * CLF \text{ ó } Q = A * (SC) * (SCL)$$

Donde:

Q: carga de enfriamiento causado por radiación solar (Btu/h).

A: Área del vidrio *ft*²

SC: coeficiente de sobra.

SHGF_{max}: máximo factor de calor solar ganado para una orientación específica de la superficie, para el mes y latitud (Btu/h**ft*²)

CLF: Factor de carga de enfriamiento sin sombreado exterior.

SCL: Factor de carga de enfriamiento solar con o sin sombra interior
(Btu/h* ft^2)

1.3. Carga de enfriamiento interno.

1.3.1. Persona:

$$Q_{\text{sensible}} = N * (\text{calor sensible ganado por persona}) * \text{CLF}$$

$$Q_{\text{latente}} = N * (\text{calor latente ganado por persona})$$

Donde:

N: Número de personas en el espacio ganancia de calor sensible y latente debido a los ocupantes.

CLF: Factor de carga de enfriamiento por horas de ocupación.

Nota: **CLF**= 1,0 con alta densidad o con 24 horas de ocupación y/o enfriado en la noche o durante el fin de semana.

1.3.2. Luces:

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = W * 1.25 * \text{Fluz: Btu/h; (Kcal/h)}$$

$$Q_{\text{luz incandescente}} = W * 1.25 * \text{Fluz: Btu/h; (Kcal/h)}$$

Donde:

Qel: Carga de enfriamiento de las luces: Btu/h

W: Vatios de consumo de los planos eléctricos o de los datos de la instalación es eléctricas Btu/h

Ful: Factor de uso de luces adecuados

Fsa: Factor especial de fluorescencia apropiado.

CLF: Factor de carga de enfriamiento, por hora de ocupación

CLF: 1,0 con alta densidad o con 24 horas de ocupación y/o enfriado en la noche o durante el fin de semana.

1.4. Aparatos eléctricos:

1.4.1. Carga sensible de enfriamiento:

$$Q_s = \text{sensible} * (\text{CLF})$$

Donde:

Sensible: Calor sensible ganado por equipo. Btu/h.

Qs: Carga sensible de enfriamiento: Bth/h.

CLF: Factor de carga de enfriamiento, por programación de horas.

Si no se conoce los detalles del aparato se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_s = C_s * Q_r * \text{CLF}$$

Donde:

Qr: Potencia de entrada Btu/h.

Cs: Coeficiente calor sensible.

CLF: Factor de carga de enfriamiento, por programas de horas

CLF: 1,0 con alta densidad o con 24 horas de ocupación y/o enfriado en la noche o durante el fin de semana.

1.4.2. Carga latente de enfriamiento.

$$Q_1 = \text{latente}$$

Latente: carga latente de enfriamiento por aparato Btu/h.

Si no se conoce los detalles de utiliza la siguiente formula.

$$Q_1 = Cl * Q_r$$

Donde:

Cl: Coeficiente de calor latente.

Qr: potencia de entrada Btu/h.

1.5. Ventilación e infiltración de aire.

1.5.1. Calor sensible.

El calor sensible ganado en kw, (Btu/h) es el resultado de la diferencia de temperatura ΔT entre el flujo de aire que entra y el que sale, se puede establecer con las siguientes ecuaciones.

$$Q_1 = 1,1 * CFM * \Delta T$$

$$Q_s = m_a * (C_{pa} * \Delta T + CP * \omega * \Delta T)$$

Donde:

Qs: carga de calor sensible Btu/h; kw.

Cfm: flujo volumétrico de aire, ft^3/min .

m_a : flujo masico del aire kg/h .

C_{pa} : calor específico de agua, $kJ/(kg^\circ C)$.

ΔT : diferencia de temperatura interior y exterior $^\circ C$.

ω : relación de humedad, $kg_{\text{agua}}/kg_{\text{aire seco}}$.

Si la ecuación se expresa en términos de flujo de aire y variaciones de temperatura de obtiene:

$$Q_s = m_a * (C_{pa} + CP * \omega) * \Delta T$$

El flujo masico del aire puede ser expresado con el producto de la densidad ($\rho, kg/m^3$).

Por el flujo volumétrico ($v_a, m^3/s$).

$$Q_s = m_a * \rho * (C_{pa} + CP * \omega) * \Delta T$$

Como la densidad es el inverso del volumen, la expresión anterior depende de la altura.

Cálculo de la densidad considerando la presión 1atm; (101,32kpa) y la temperatura media del aire 24,68°C; (297,83k).

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{p}{RT}$$

Donde:

V: volumen específico. m^3/kg .

P: presión del aire. Atm; (kpa).

R: constante de gas para el aire. 0,287 kJ/kg.

T: temperatura de aire k.

$$\rho = \frac{1}{v} = \frac{101.32}{0.287 * 297,83}$$

$$\rho = 1,1854 \text{ kg/m}^3$$

Considerando el calor específico del aire seco y el calor específico del vapor de agua de 1.005 kJ/kg °c y 1,8723 kJ/kg °c respectivamente además de una reacción de humedad $\omega = 0.01$ kgagua/ KG aire seco valor aproximado, que es tomado en la mayoría de los casos de aire acondicionado, se tiene.

$$Q_s = V_a * 1,1854 * (1.005 + 1,8723 * 0.01) \Delta T$$

$$Q_s = V_a * 1,2135 * \Delta T$$

1.5.2. Calor latente.

El calor latente ganado en kw; (Btu/h), es el resultado de la diferencia de la relación de humedad $\Delta\omega$ entre el flujo de aire que entra y el que sale.

$$Q_l = 4840 * cfm * \Delta\omega$$

ó

$$Q_l = m_a * h_{fg} * \Delta\omega$$

Donde:

Ql: calor latente Btu/h; (kw)

Cfm: flujo volumétrico de aire. ft^3/min

m_a: flujo de masa de aire kg/s

H_{fg}: calor latente del agua kJ/kg

$\Delta\omega$: diferencia de la relación de humedad del aire interior y exterior Kg_{agua}/Kg_{aire seco}.

El flujo masico del aire puede ser expresado con el producto de la densidad (ρ , kg/m^3).

Por el flujo volumétrico (v_a , m^3/s).

$$Q_l = V_a * \rho * h_{fg} * \Delta\omega$$

V_a: Flujo de aire, m^3/s .

ρ : densidad del aire, kg/m^3 .

Tomando en cuenta la densidad del aire ρ : $1,1854 kg/m^3$.

$$Hfg = 2502 \text{ kJ/kg}$$

$$Ql = Va * \rho * hfg * \Delta\omega$$

$$Ql = Va * 1,1854 * 2502 * \Delta\omega$$

1.6. Calor total ganado.

$$Qt = Qs + Qt$$

1.6.1. Cálculo de carga térmica en el quirófano. (UTA)

El área seccionada es de $32.1m^2$ o $345,7 ft^2$ con orientación sur, se presenta un plano arquitectónico del área a ser calculada, en la figura 01 los cálculos se realizan a las 14 :00horas.

- **Carga térmica en techo.**

$$Q = U * A * (CLTD)$$

$$q = 0.295 \frac{btu}{h * ft^2 * ^\circ f} * 345,7ft^2 * (27,8)$$

$$q = 2841,5 \text{ btu/h}$$

- **Carga térmica en paredes.**

$$Q = U * A * (CLTD)$$

$$q = 0.245 \frac{btu}{h * ft^2 * ^\circ f} * 214,7ft^2 * (329,19)$$

$$q = 1021.7 \text{ btu/h}$$

- **Carga térmica de personas.**

$$Q_{\text{sensible}} = N * (\text{calor sensible ganado por persona}) * CLF$$

$$Q_{\text{sensible}} = 3450 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{\text{latente}} = N * (\text{calor latente ganado por persona}) * CLF$$

$$Q_{\text{sensible}} = 10 * 400.2$$

$$Q_{\text{sensible}} = 4002 \text{ Btu/h}$$

- **Carga térmica de luces.**

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = W * 1.25 * \text{Fluz: Btu/h; (Kcal/h)}$$

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = 786 * 1.25 * 0.25: \text{ Btu/h}$$

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = 835,2 \text{ Btu/h}$$

- **Calor sensible total.**

$$Q_s = 8148.4 \text{ Btu/h}$$

- **Calor latente total.**

$$Q_1 = 4002 \text{ Btu/h}$$

- **Calor total ganado.**

$$Q_t = Q_s + Q_1$$

$$Q_t = Q_s = 8148.4 \text{ Btu/h} + Q_1 = 4002 \text{ Btu/h}$$

$$Q_t = 12150.4 \text{ Btu/h}$$

1.7. Cálculo de carga térmica de hospitalización UMAs

- **Carga térmica en techo.**

$$Q = U * A * (\text{CLTD})$$

$$q = 0.295 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{ft}^2} * 395,3 \text{ft}^2 * 27,86$$

$$q = 3248,4 \text{ btu/h}$$

- **Carga térmica en paredes.**

$$Q = U * A * (\text{CLTD})$$

$$q = 0.81 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{ft}^2} * 121,4 \text{ft}^2 * 30,35$$

$$q = 902,8 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

- **Carga térmica a través de vidrios.**

$$Q = U * A * (\text{CLTD})$$

$$q = 0.81 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{ft}^2} * 104,6 \text{ft}^2 * 14$$

$$q = 1186,4 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

- **Carga solar a través de vidrio.**

$$Q = A * SC * \text{SHGF}_{\text{max}} * \text{CLF}$$

$$Q = 104,6 \text{ft}^2 * 0.56 * 118,93 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{ft}^2} * 0.75q$$

$$= 5226,1 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{ft}^2}$$

- **Carga térmica de personas.**

$$Q_{\text{sensible}} = N * (\text{calor sensible ganado por persona}) * \text{CLF}$$

$$Q_{\text{sensible}} = 12 \text{ personas} * 210 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{personas}} * 0.96$$

$$Q_{\text{sensible}} = 2520 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{latente}} = N * (\text{calor latente ganado por persona}) * CLF$$

$$Q_{\text{latente}} = 12 \text{ personas} * 140 \frac{\text{btu}}{\text{h} * \text{personas}} * 0.96$$

$$Q_{\text{latente}} = 1545,6 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

- **Carga térmica de luces.**

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = W * 1.25 * F_{\text{luz}}$$

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = 384 \text{ watts} * 1.25 * 0.87$$

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = 417,6 \text{ watts}$$

$$Q_{\text{luz fluorescente}} = 1424,9 \text{ Btu/h}$$

- **Calor total ganado.**

$$Q_t = Q_s + Q_l$$

$$q_l = 1545,6 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

$$Q_s = 3248,4 + 902,8 + 1186,4 + 5226,1 + 2520 + 1424,9$$

$$q_s = 14508,6 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

$$q_t = 14508,6 + 1545,6$$

$$q_t = 16054 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

H. Ventilación mecánica.

- **Baños:** 10 cambios/h (-)
- **Depósito, cuarto de limpio y sucio, residuos sólidos:** 12 cambios/h (-)
- **Aislado:**
 - Movimiento mínimo de aire: 6 cambios/h
 - Renovación de aire exterior: 100%
 - Relación de presión con área adyacente: Negativa (-)
- **TBC:**
 - Movimiento mínimo de aire: 6 cambios/h
 - Renovación de aire exterior: 100%
 - Relación de presión con área adyacente: Negativa (-)
- **Área de conservación y preparación de cadáveres:**
 - Movimiento mínimo de aire: 6 cambios/h
 - Renovación de aire exterior: 100%
 - Relación de presión con área adyacente: Negativa (-)
- **Otros ambientes:** 6 cambios /h

I. Cálculo de caudales de aire.

En este punto, se exponen las áreas o ambientes que tendrán ventilación mecánica, que servirá de base para el cálculo y dimensionamiento del equipamiento a ser seleccionado.

El cálculo de caudales de aire se ha efectuado siguiendo la metodología de ASHRAE y sus resultados se presentarán en el cuadro de capacidades de extractores de aire.

El cálculo del caudal mínimo requerido Q de ventilación de aire exterior se obtiene a partir de los datos de renovaciones/horas N mostrados en el ítem 3. En efecto, conociendo el área A y altura H del local, el caudal Q mínimo de aire exterior podemos calcular con la siguiente fórmula:

$$Q = \{(A) \times (H) \times (35.4) \times (N)/60\}$$

Donde:

Q: Caudal de aire [CFM] Pies cúbicos por minuto (en inglés cubic feet per minute)

A: Área del local m^2

H: Altura del local [m].

35.4: Factor de conversión.

N: Número de renovaciones por hora.

60: Factor de conversión.

Tabla I
Tabla de cálculo de caudal.

SUMINISTRO DE AIRE						
AMBIENTE SALUD AMBIENTAL	AREA	ALTURA	CAMBIO /HORA	CAUDAL CALCULADO	CAUDAL DE DISEÑO	EQUIPO
	(m^2)	(m)		(CFM)	(CFM)	
SALUD AMBIENTAL	8.10	8	25	955.8	1000	EC-102
SALUD AMBIENTAL	8.10	8	20	764.64	800	IC-101

J. Cálculos de filtros de aire. Para los cálculos de filtros tenemos tener en cuenta, en el Q caudal del equipo suministrado, esto aplica para filtros de cartón, filtros lavables, filtros HEPA, y filtro tipo bolsas.

$$Q=A*V$$

$$A=Q/V$$

A: Área ft^3

Q: Caudal de aire cfm

V: Velocidad del aire ftm

Q de los equipos a calcular 6800 cfm, velocidad 500 fpm.

$$A = 6800 \text{ cfm} / 500 \text{ fpm} = 13.6 \text{ pie}^2$$

$$13.6 \text{ pie}^2 * 144 \text{ pulg}^2 / 1 \text{ pie}^2 = 1,958.4 \text{ pulg}^2$$

$$A = \text{raíz cuadrada de } 1,958 \text{ pulg} = 44.24 \text{ pulg}$$

1 pie es igual a 12" *12" pulgadas

Los filtros que se colocaron según los cálculos son los siguientes.

4 filtro MERV-8 de 30% de eficiencia de 24" * 24" * 2" de espesor.

4 filtros MERV-11 de 60% de eficiencia de 24" * 24" * 2" de espesor.

4 filtros de malla de alumnos lavables de 24" * 24" * 1" de espesor.

K. Sistema de extracción de vahos y grasa.

Cocina:

Movimiento mínimo de aire: 6 cambios/hora

Relación de presión con área adyacente: Negativa (-)

Campana:

Velocidad de transporte Vahos: 100 fpm

Velocidad de transporte Grasa: 120 fpm

Cálculo de la campana para la cocina.

El cálculo del valor total de extracción en la campana se realizará de acuerdo con el ítem 19.6 del artículo 19 del capítulo 5 de la norma EM.030 del RNE.

Según la ubicación de los equipos en la cocina se dimensiona la campana de acuerdo con la normativa EM.030 que indica que la longitud y ancho de las campanas se debe extender un mínimo de treinta (30) centímetros adicionales sobre el aparato que sirven.

Se tiene entonces que la campana será de 7.00 m × 1.50 m (ancho × largo). Para determinar el caudal de extracción de la campana compensada se considera la velocidad de 0.5m/s en la campana según lo establecido por la noma EM.030 del RNE.

El caudal de extracción será entonces de:

$$7.00 \times 1.50 \times 0.5 = 5.25 \text{ m}^3/\text{s} = 11124.12 \text{ ft}^3/\text{min} \text{ (CFM)} \approx 12 \text{ 000 CFM}$$

Para determinar las dimensiones del ducto de extracción del aire se considera la velocidad del aire en el sistema de extracción entre 7.5 m/s (1476 ft/min) y 11 m/s (2165 ft/min) como lo indica la norma EM.030 del RNE. Para la velocidad del aire de extracción se considerará entonces 1800 ft/min.

El área del ducto de extracción será entonces de $11125/1800 = 6.18 \text{ ft}^2$.

El caudal de inyección será el 90% del caudal de aire de extracción:

$$11125 \times 0.9 = 10\ 800\ \text{CFM}$$

- Caudal de Extracción= 11 125 CFM (ducto de 40" x 22")
- Caudal de Inyección= 10 800 CFM

Se considerarán dos equipos para la inyección de aire para evitar cruces en la cocina en el FCR.

Cada ventilador será de 5400 CFM y 5400 CFM (ducto de 30" x 18")

L. Presurización de escaleras.

La diferencia de presión mínima a mantenerse en la escalera, según la norma NFPA 92 A o EN-12101-6, para evitar el ingreso de humos, es de 0.05 pulgadas de columna de agua.

Esta presión positiva será suficiente para evitar que el humo producido por el incendio ingrese a las escaleras de escape a través de las puertas de escape de cada uno de los pisos.

Por otro lado, este valor de la presión positiva ha sido determinado, teniendo presente que no deberá representar una resistencia que dificulte la apertura rápida de las puertas de escape de cada uno de los pisos.

La norma NFPA 92^a, establece que la fuerza requerida para la apertura de puertas no deberá superar las 30 lb-f.

En cada una de las escaleras de escape, se instalarán sensores / transmisores de la presión diferencial existente en ellas y comandarán a los variadores de frecuencia de los respectivos motores de los ventiladores, regulando la velocidad de rotación de los mismos, de tal modo que se mantenga la presión estática de 0.05" de columna de agua.

La alimentación eléctrica de los motores de los ventiladores de presurización deberá considerar dos fuentes de suministro independientes y, además, de transferencia automática de uno al otro en caso de que falle el primero. Asimismo, la instalación de la alimentación eléctrica deberá ser proyectada de tal forma que no sea interrumpida por el fuego.

El encendido de cada ventilador será a través de un arrancador magnético, el cual se activará con el ingreso de la señal del sistema contra incendio a sus respectivas borneras.

Los sistemas proyectados para las escaleras de escape estarán compuestos por los siguientes elementos:

- Ventiladores centrífugos instalados en los lugares indicados en los planos.
- Ductos de plancha galvanizada que conectan la descarga de los ventiladores a los ductos de mampostería.

- Rejillas de descarga de aire provisto de dámper de regulaci3n manual, para cada nivel.
- Sensores / transmisores de presi3n diferencial en cada escalera de escape.
- Variadores de frecuencia comandados por los sensores / transmisores de presi3n diferencial y que regularán la velocidad de rotaci3n de los motores.
- Tableros eléctricos con arrancadores y contactos secos para recibir la señal del sistema contra incendios y detectores de humo.

Tabla II

Clases de sistemas de presi3n diferencial en edificios según su uso.

Clase de sistema	Ejemplos de uso
Sistema de clase A	Para medios de escape, Defensa in situ.
Sistema de clase B	Para medios de escape y lucha contra incendios.
Sistema de clase C	Para medios de escape mediante evacuaci3n simultánea.
Sistema de clase D	Para medios de escape. Riesgo de personas dormidas.
Sistema de clase E	Para medios de escape, con evacuaci3n por fases.
Sistema de clase F	Sistemas contra incendios y medios de escape.

Tabla III

Criterio de diferencia de presi3n.

CLASE DE SISTEMA	A	B	C	D	E	F
Diferencia de presi3n entre escalera y alojamiento (Todas las puertas cerradas)	50 Pa	50 Pa	50 Pa	50 Pa	50 Pa	50 Pa
Diferencia de presi3n a ambos lados de la puerta del alojamiento (Puerta de salida final abierta)	-	-	10 Pa	10 Pa	10 Pa	-
Puertas abiertas (Criterio diferencia de presi3n) Salida final al exterior	NO	NO	SI	SI	SI	NO
Puertas abiertas (Criterio diferencia de presi3n) Planta de incendio	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Puertas abiertas (Criterio diferencia de presi3n) N� de plantas distintas a la del incendio	0	0	0	1	2	0
Diferencia de presi3n (entre vestíbulo y alojamiento)	45 Pa	45 Pa	45 Pa	45 Pa	45 Pa	45 Pa
Diferencia de presi3n (entre pozo ascensor y alojamiento)	-	50 Pa	-	-	-	50 Pa

Tabla IV
Criterio de flujo de aire.

CLASE DE SISTEMA	A	B	C	D	E	F	
						Sit. 1	Sit. 2
Velocidad de aire en puerta de planta de incendio (Puertas abiertas)	-	2 m/s	0.75 m/s	0.75 m/s	0.75 m/s	-	1 m/s
Velocidad de aire en puerta de escalera en planta de incendio (Puertas abiertas)	0.75 m/s	-	-	-	-	2 m/s	-
Puertas abiertas Salida final al exterior	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Puertas abiertas Ascensor	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO
Puertas abiertas Escaleras – vestíbulo en planta de incendio	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Puertas abiertas Escalera – 48estíbulo en planta distinta a la del incendio	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO
Puertas abiertas Planta de incendio	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

3.5.2. Cálculos justificativos de presurización de escalera.

A. Presurización de Escaleras.

- Presurización de Escalera N°1.

Datos Geométricos de la Escalera:

- Área Piso = 40.05 m².
- Altura = 4.50 m.
- Perímetro = 27.16 m.
- Puerta = 1.20 m 2.10 m = 2.52 m².
- Niveles = 4 Datos Geométricos del Edificio: 1.- Perímetro = 129.32 m.

- DATOS GENERALES.

- Numero de Niveles: N = 4.
- Numero de Puertas Abiertas al Exterior = 1.
- Numero de Puertas Abiertas Interiores = 2.
- Área de Piso de las Escaleras = 40.05 m².
- Altura de las escaleras H = 4.50 m = 14.760 ft.
- Puerta: Ancho = 1.20 m.
Altura = 2.10 m.
Perímetro = 6.60 m.
Área = 2.52 m² < 27.12 ft².
- Área Lateral de Edificio = 581.94 m² = 6261.67 ft².
- Área Lateral de la Escalera = 122.22 m² = 1315.09 ft².
- Área de fuga alrededor de la puerta cerrada = 0.0330 m² = 0.355 ft².

- Temperatura Exterior de Diseño = 22 °C = 531 °R.
- Temperatura Interior de Diseño = 24 °C = 535 °R.
- Área típica de fugas de las paredes del edificio (tabla1) = 0.00017.
- Área típica de fugas de las paredes de Escaleras (tabla1) = 0.00011.

Tabla V

Áreas típicas de fuga para paredes y pisos de edificios comerciales.

Elemento de construcción	Opresión	Relación de área
Paredes exteriores del edificio	Ajustado b	$0.50 * 10^{-4}$
Incluye construcción grietas	Promedio b	$0.17 * 10^{-3}$
ventanas y puertas	Suelto	$0.35 * 10^{-3}$
Paredes de escalera	Muy Suelta b	$0.12 * 10^{-2}$
Incluye grietas en la	Ajustado b	$0.14 * 10^{-4}$
construcción, pero no hay	Promedio b	$0.11 * 10^{-3}$
grietas alrededor De ventanas y puertas.	Suelto	$0.35 * 10^{-3}$

- Fuerza total para la apertura de la puerta = 30 Lb-f (NFPA 101 y RNE).
- Fuerza para vencer el mecanismo cierra puertas = 10 Lb-f.
- Presión Diferencial Mínima = 0.05 in.w.c (ver tabla 2).

Tabla VI

Diferencias mínimas de presión de diseño a través de barreras contra humo. (NFPA 92^a – Edición 2009).

Tipo de Construcción	Altura de Techo	Diferencia de Presión de Dimensionamiento
AS	ANY	0.05
NS	9 ft	0.10
NS	15 ft	0.14
NS	21 ft	0.18

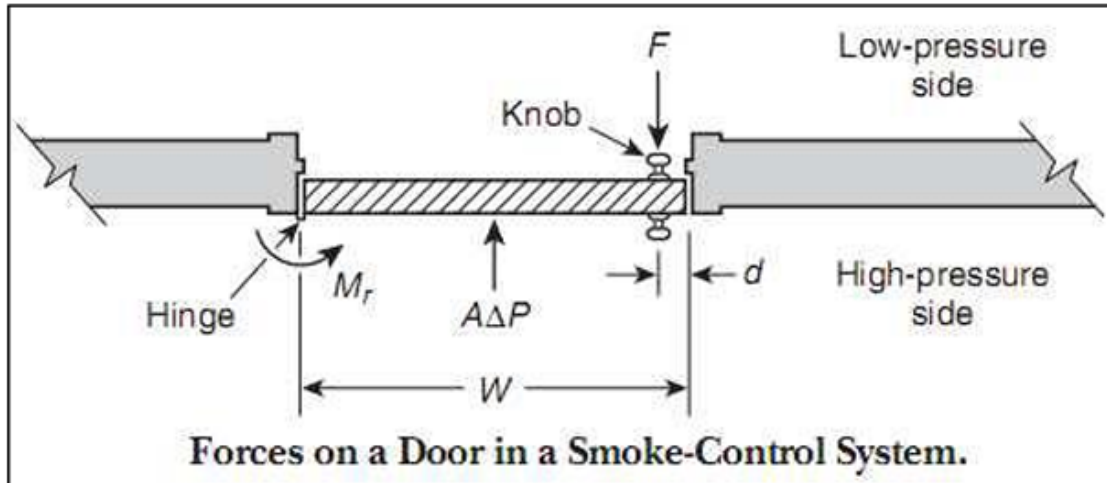


Figura N°34: Fuerza aplicadas a una puerta para sistema de control de humos.

La presión máxima permitida está definida por una fuerza caracterizada, que una persona es capaz de ejercer en una puerta. NFPA 101 (7) especifica un valor empírico de 132 N (30 lbf) revisar el manual de ASHRAE (1) proporcional la siguiente expresión para la fuerza resultante de equilibrar elementos alrededor de la bisagra de la puerta.

$$F = Fdc + \frac{5.20WA\Delta P}{2(W - D)}$$

F: Fuerza máxima permitida (30lbf).

Fdc: Fuerza requerida para superar el mecanismo de cierre automático (10 lbf).

W: Ancho de Puerta (2,95 pies).

A: Área de puerta (21 ft²).

AP: Diferencial de presión a trabajo de las puertas.

D: Distancia de bisagras al borde de la puerta (0.25pies).

Fórmula para calcular el caudal de aire con todas las puertas cerradas:

$$Q = 1740 NAsb \left(\frac{\Delta P_s b t^{3/2} - \Delta P_s b b^{3/2}}{\Delta P_s b t - \Delta P_s b b} \right)$$

Q: Caudal volumétrico, cfm.

N: Número de pisos.

$\Delta P_s b b$: Diferencia de presión desde la escalera hasta el edificio en la parte superior del hueco de la escalera en pulgadas de agua.

Fórmula para calcular el caudal de aire con todas las puertas abiertas

Para el análisis de humo, la ecuación del orificio se puede utilizar para estimar el flujo a través de las rutas de flujo del edificio.

$$Q = 776CA\sqrt{2\Delta p/\rho}$$

Donde:

Q: Flujo de aire volumétrico cfm.

C: Coeficiente de flujo.

A: área de flujo (área de fuga) ft².

Δp: Diferencia de presión a lo largo de la trayectoria del flujo pulgadas de agua.

ρ: densidad del aire que entra en la trayectoria del flujo lbm/ft³.

El coeficiente de flujo depende de la geometría de la trayectoria del flujo, así como de la turbulencia y la fricción. En el contexto actual, el coeficiente de flujo es generalmente de 0,6 a 0,7. Porque $\rho = 0.075 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ y $C = 0.65$. se puede expresar como:

$$Q = 2610A\sqrt{\Delta p}$$

B. Cálculos.

- Área de flujo entre el Edificio y el Exterior: $A_{bo} = 1.064 \text{ ft}^2$ $A_{bo} = \text{Área Lateral Edificio} \times \text{Áreas Típicas de fugas}$.
- Área de flujo entre la Escalera y el Edificio: $A_{sb} = 0.500 \text{ ft}^2$ $A_{sb} = \text{Área Lateral Escalera} \times \text{Áreas típicas de fugas Escaleras}$.
- Factor de Temperatura: $B = 7.64 \times (1/T_{ext} - 1/T_{int}) = 0.000097$.
- Presión diferencial en la parte inferior de la Escalera: $DP_{sbb} = 0.05 \text{ in.w.c}$ (esto para proveer un grado de protección sobre la mínima elegida, en este caso mayor a 0.05 in.w.c).
- Distancia sobre la parte inferior de la Escalera $Y = N \times H = 59.04 \text{ ft}^2$.
 $N = \text{número de niveles}$
 $H = \text{Altura}$.
- Presión Máxima de Diseño cuando todas las puertas están cerradas = 0.27 in.w.c.

$$Dp_{max} = (F - F_{dc}) \times 2 \times (W - d) / (5.2 \times W \times A)$$

$W = \text{Ancho de la puerta} = 3.94 \text{ ft}$ $d = 0.25 \text{ ft}$.

$A = \text{área de la puerta} = 2.52 \text{ m}^2$ 27.12 ft^2 .

(ver la fórmula de la fuerza aplicada a una puerta).

- Presión diferencial en la parte Superior de la Escalera: DP_{sbt} , aplicamos la ecuación de la presión en función a la altura «y».

$$DP_{sbt} = DP_{sbb} + BxY/[1 + (A_{sb}/A_{bo})^2]$$

- Presión Diferencial en la parte baja de la escalera $DP_{sbb} = 0.05 \text{ in.w.c}$.
- Facto de Temperatura $B = 0.000097$.
- Distancia sobre la parte inferior de la escalera $Y = 59.04 \text{ ft}^2$.
 $A_{sb} = \text{Área de flujo (Escalera – Edificio)} = 0.500 \text{ ft}^2$.
 $A_{bo} = \text{Área de flujo (Edificio – Exterior)} = 1.064 \text{ ft}^2$.

$$DP_{sbt} = 0.05 \text{ in.w.c.}$$

C. Flujo de aire con todas las puertas cerradas.

$$Q = 1740 N_{Asb} \left(\frac{\Delta P_{sbt}^{3/2} - \Delta P_{sbb}^{3/2}}{\Delta P_{sbt} - \Delta P_{sbb}} \right)$$

$$Q1 = 1193.5 \text{ CFM.}$$

$$\text{Datos Adicionales } Q/\text{puerta} = 298.4 \text{ CFM.}$$

D. Flujo de aire puertas internas abiertas.

$$\text{PUERTAS INTERNAS ABIERTAS} = G \times N \times A_{sboe}$$

$$\text{Factor de Flujo «G»} = 1740 \times (DP_{sbt}^{1/2} - DP_{sbb}^{1/2}) / (DP_{sbt} - DP_{sbb})$$

$$\text{Factor de Flujo } G = 3803.7 \text{ CFM}$$

$$\text{Área Efectiva } A_{sboe} = (A_{puerta} \times A_{bo}) / [(A_{puerta}^2 + A_{bo}^2)^{0.5}]$$

$$A_{sboe} = 1.064 \text{ ft}^2.$$

$$Q2 = 8091.7 \text{ CFM}$$

E. Flujo de aire con la puerta exterior abierta.

$$Q3 = 15824.8 \text{ CFM}$$

F. Caudal de aire total del inyector.

$$Q4 = 24214.9 \text{ CFM}$$

$$Q4 = 24500.0 \text{ CFM}$$

G. Caudal para dimensionar el damper.

$$Q5 = 23306.5 \text{ CFM}$$

Velocidad para dimensionar: 2500 ppm (42"x42")

3.5.3. Sistema de calefacción.

La calefacción se resuelve con dos sistemas:

Sistema todo aire: Las unidades manejadoras impulsan aire tratado a los ambientes a la temperatura precisa para compensar las cargas cedidas por conducción y convección a través de los cerramientos.

Sistema aire-agua: Las unidades manejadoras aportan aire primario a la temperatura de consigna interior de 21°C. Los elementos terminales; inductores, son los encargados de compensar las cargas interiores debidas al calor cedido por conducción y convección a través de los cerramientos.

Tabla VII

Requisitos de ventilación y temperatura para Áreas de Cirugía y Cuidados Intensivos.

Ambientes	Relación de presión con áreas adyacentes (n)	Cantidad mínima de aire exterior (c/h)	Cantidad mínima total de aire (c/h)	Todo el aire de la habitación sale	Aire recirculado mediante unidades	RH (k), %	Temperatura °F/°C

				directamente al exterior	de ambiente		
CIRUGÍA Y CUIDADOS INTENSIVOS							
- Quirófanos clases B y C, (m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	30-60	68-75/20-24
- Quirófano/quirófano cistoscópico, (m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	30-60	68-75/20-24
- Sala de partos (cesárea) (m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	30-60	68-75/20-24

Nota: N/R = No requiere.

Tabla VIII
Requisitos de ventilación y temperatura para diferentes espacios.

Espacios	Relación de presión con áreas adyacentes	Cantidad mínima de aire exterior (c/h)	Cantidad mínima total de aire (c/h)	Todo el aire de la habitación sale directamente al exterior	Aire recirculado mediante unidades de ambiente	RH (k), %	Temperatura °F/°C
Sala de examinación	N/R	2	6	N/R	N/R	max. 60	70-75/21-24
Sala de medicación	Positivo	2	4	N/R	N/R	max. 60	70-75/21-24
Endoscopia	Positivo	2	15	N/R	No	30-60	68-73/20-23
Limpieza de endoscopios	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
Sala de tratamiento	N/R	2	6	N/R	N/R	max. 60	70-75/21-24
Habitación de residente	N/R	2	2	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Reunión/actividad/comida de residentes	N/R	4	4	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Terapia física	Negativo	2	6	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Terapia ocupacional	N/R	2	6	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Cuarto de baño	Negativo	N/R	10	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
RADIOLOGÍA							
Rayos X (diagnóstico y tratamiento)	N/R	2	6	N/R	N/R	max. 60	72-78/22-26
Rayos X (cirugía/cuidados críticos y cateterismo)	Positivo	3	15	N/R	No	max. 60	70-75/21-24
Cuarto oscuro	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO							
Broncoscopia, recolección de esputo y administración de pentamidina	Negativo	2	12	Si	No	N/R	68-73/20-23
Laboratorio, general	Negativo	2	6	N/R	No	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, bacteriología	Negativo	2	6	Si	No	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, bioquímica	Negativo	2	6	Si	No	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, citología	Negativo	2	6	Si	No	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, lavado de cristalería	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
Laboratorio, histología	Negativo	2	6	Si	No	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, microbiología	Negativo	2	6	Si	No	N/R	70-75/21-24

Nota: N/R = Ningún requisito

Por ello, el proyecto incorpora humidificadores en las unidades manejadoras que alimentan los quirófanos general y obstétrico, así como el área rígida y las dos habitaciones de aislados. Para el cálculo se han considerado unas condiciones exteriores de 0°C y HR 66% y unas condiciones interiores de confort de 21°C y HR 30%, tal como indica la Ashrae-170.

3.5.4. Diseño 3D de las instalaciones.

Ubicación de equipos instalados en piso técnico Área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS.

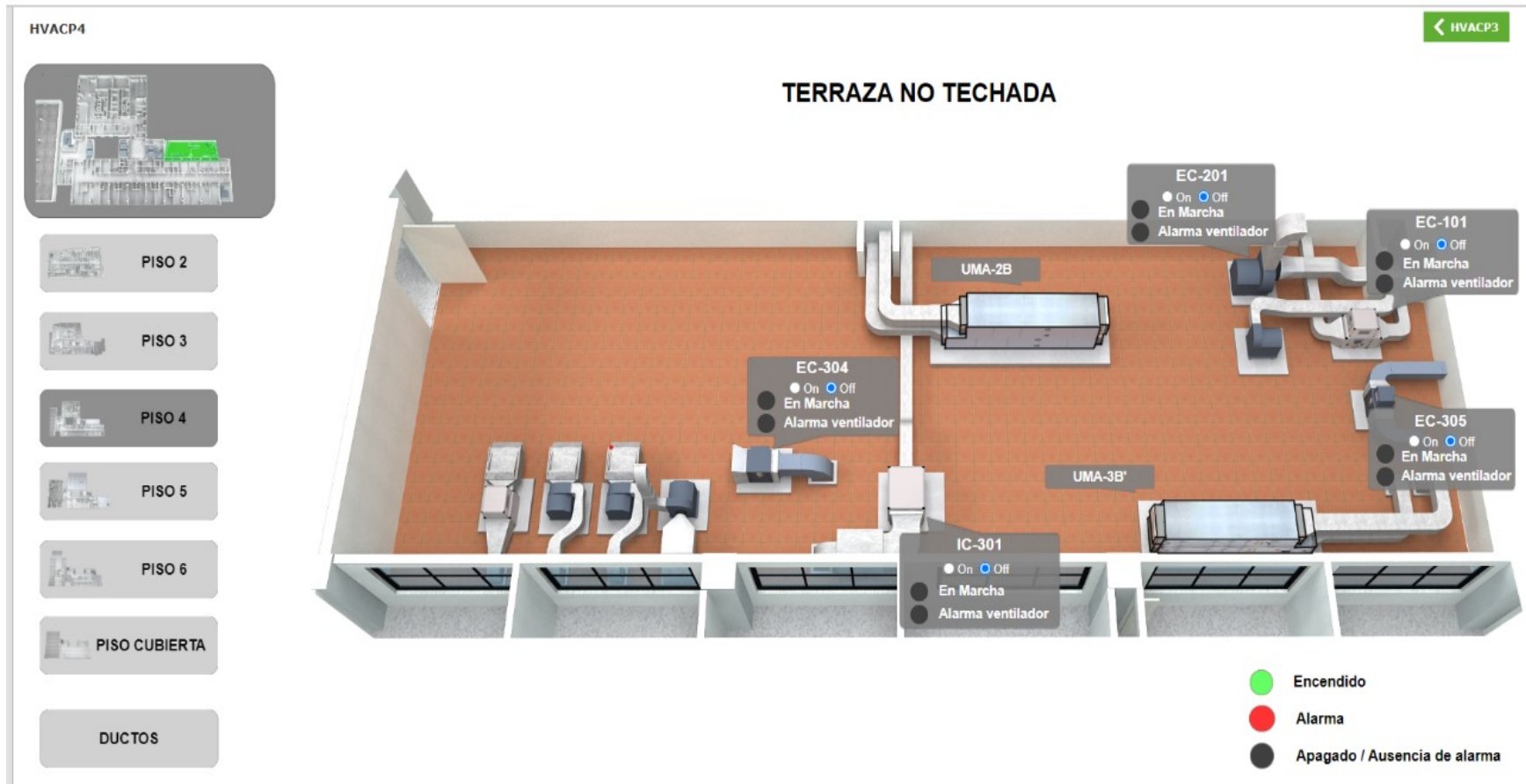
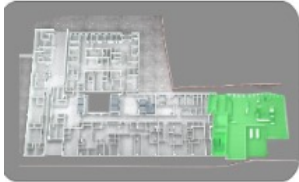


Figura N°35: Ubicación de equipos instalados en Terraza del piso 4 Área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS.



-  PISO 2
-  PISO 3
-  PISO 4
-  PISO 5
-  PISO 6
-  PISO CUBIERTA
-  DUCTOS

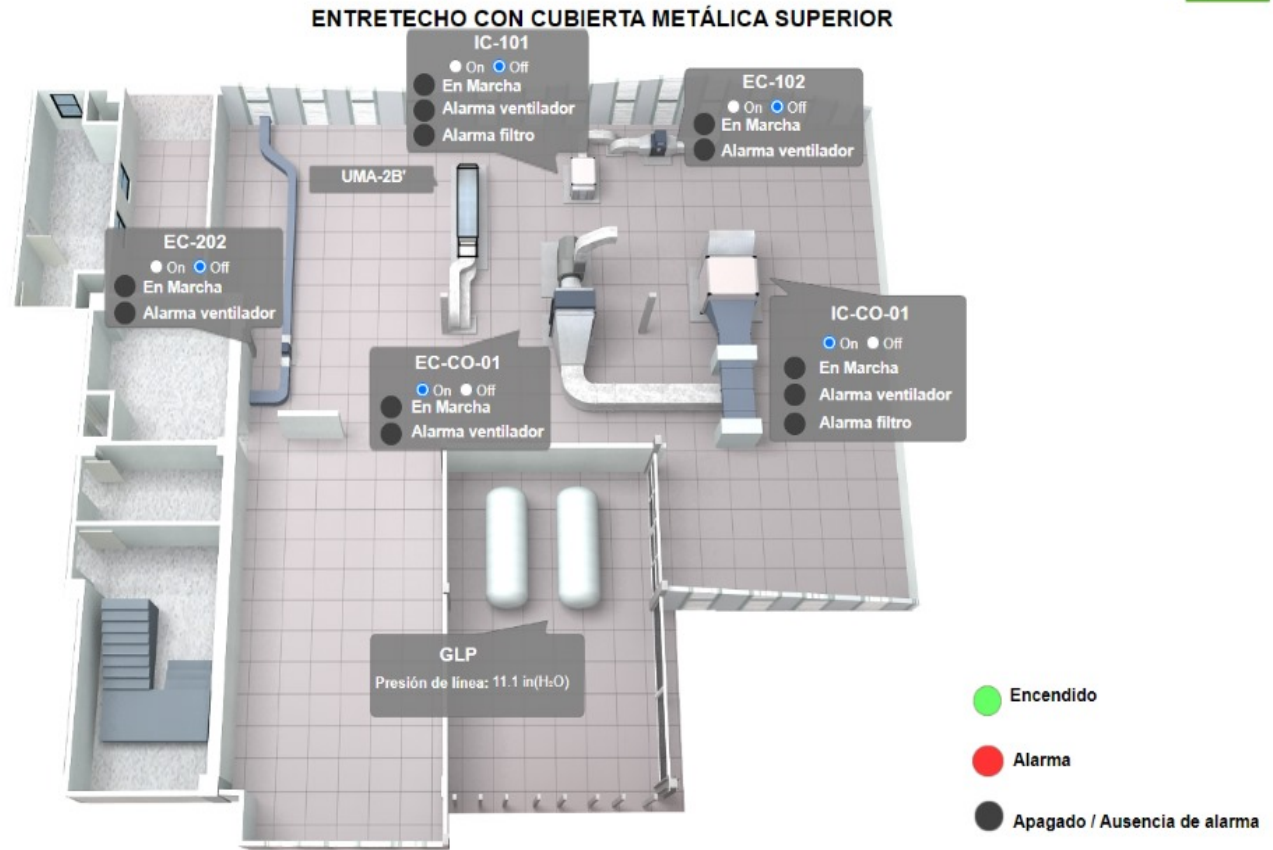


Figura N°36: Vista superior del ambiente: Entretecho.

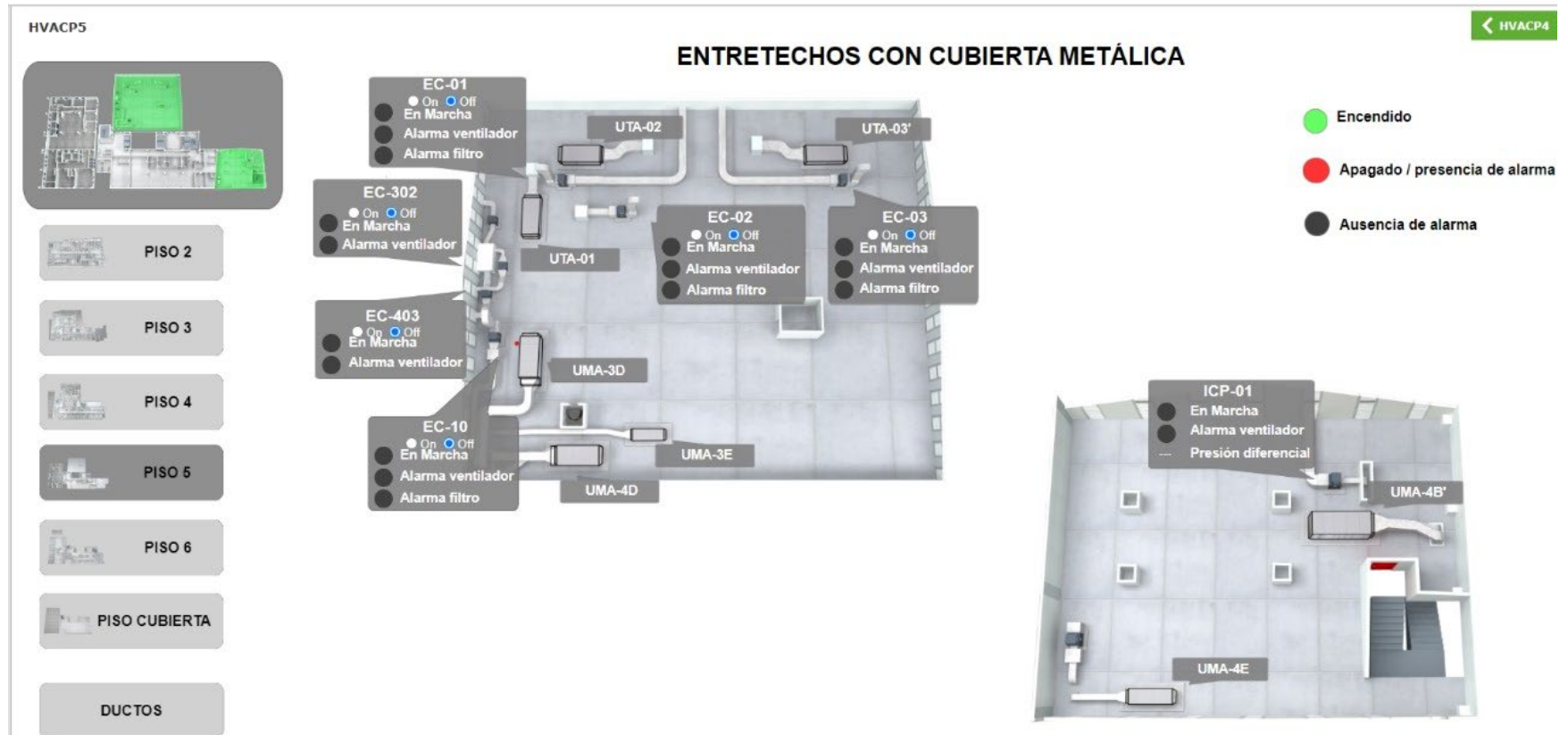
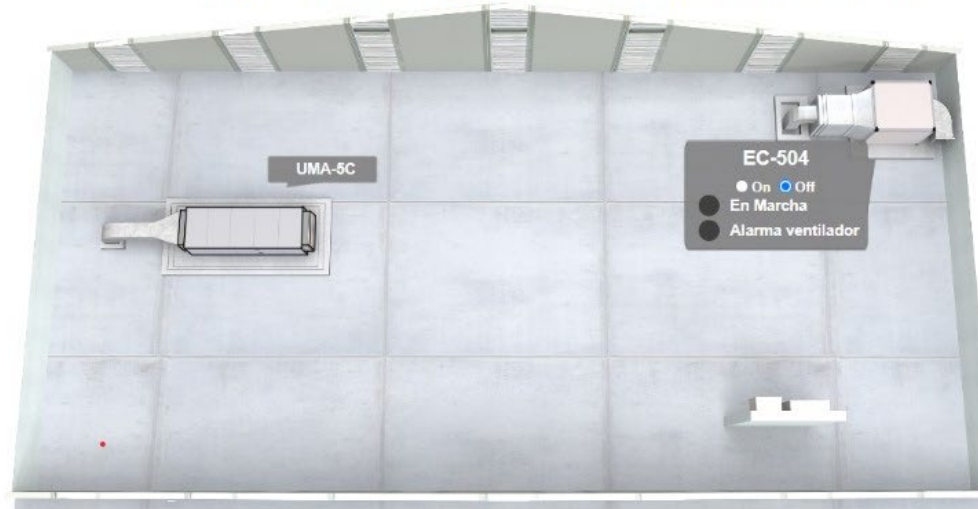
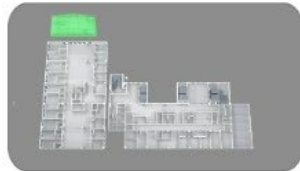


Figura N°37: Ubicación de equipos instalados en entretecho área 200 y piso técnico del piso 5 área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS, UTAS.

ENTRETECHO CON CUBIERTA METÁLICA SUPERIOR



- Encendido
- Alarma
- Ausencia de alarma

Figura N°38: Ubicación de equipos instalados en piso 6, área 100 (TBC) con sus respectivos TAG de equipos ventilador, UMAS, UTAS.



Figura N°39: Ubicación de equipos instalados en entretecho área 100, y entretecho área 300 con sus respectivos TAG de equipos ventiladores, UMAS, UTAS.

Tabla IX
Cuadro de equipos – UMA y UTA Calefacción.

CÓDIGO DEL EQUIPO	AMBIENTE	BATERÍA DE CALOR				TIPO DE FILTRO	CAUDAL DE SUMINISTRO	CAUDAL DE RETORNO	PERDIDAS TOTALES	VENTILADOR DE SUMINISTRO		VENTILADOR DE RETORNO		HUMIFICADOR						
		POTENCIA BTU/h	CONDICIONES DE AGUA							CAUDAL	CFM	CFM	Plg. C.A.	CARACT. ELÉCTRICAS		CARACT. ELÉCTRICAS		CAUDAL	CARACT. ELÉCTRICAS	
			CAUDA L	TEMPERATURA (°F)										V/F/Hz	POTENCIA	V/F/Hz	Lb/hora		POTENCIA	V/F/Hz
				GPM	ENTRADA															
UMA-2B	SECTOR 2B	44,755	4.90	131	113	B	700	600	4.0	1.10	380/3/60	1.10	380/3/60	13	5.5	220/1/60				
UMA-2B'	SECTOR 2B'	41,850	4.60	131	113	B	560	480	4.0	1.10	380/3/60	1.10	380/3/60	10	4.5	220/1/60				
UMA-3ª	SECTOR 3ª	57,785	6.40	131	113	B	630	-	2.5	1.10	380/3/60	-	380/3/60	12	4.5	220/1/60				
UMA-3B	SECTOR 3B	90,635	10.00	131	113	B	2,170	1,980	4.0	4.00	380/3/60	4.00	380/3/60	40	13.5	380/3/60				
UMA-3B'	SECTOR 3B'	25,780	2.80	131	113	B	350	300	2.5	0.75	380/3/60	0.75	380/3/60	6	2.5	220/1/60				
UMA-3D	SECTOR 3D	108,960	12.00	131	113	B	2,170	1,620	4.0	4.00	380/3/60	4.00	380/3/60	40	13.5	380/3/60				
UMA-3E	HAB. AISLADOS EMERGENCIAS	32,470	3.60	131	113	B	450	-	2.5	1.10	380/3/60	-	380/3/60	8	4.5	220/1/60				
UMA-4B	SECTOR 4B	74,350	8.20	131	113	B	1,750	1,440	4.0	3.50	380/3/60	3.50	380/3/60	32	11	380/3/60				
UMA-4B'	SECTOR 4B'	69,240	7.60	131	113	B	1,540	1,260	4.0	3.50	380/3/60	2.50	380/3/60	28	11	380/3/60				
UMA-4D	SECTOR 4D	87,560	9.60	131	113	B	1,610	1,020	4.0	3.50	380/3/60	2.50	380/3/60	30	11	380/3/60				
UMA-4E	HAB. AISLADOS HOSPITALIZACIÓN	32,470	3.60	131	113	B	450	-	2.5	1.10	380/3/60	-	380/3/60	8	3	220/1/60				
UMA-5ª	SECTOR 5ª	101,250	11.10	131	113	B	2,450	600	4.0	4.00	380/3/60	1.10	380/3/60	45	16.5	380/3/60				
UMA-5B	SECTOR 5B	128,000	14.10	131	113	B	2,030	780	4.0	4.00	380/3/60	2.00	380/3/60	37	13.5	380/3/60				
UMA-5C	SECTOR 5C	37,700	4.10	131	113	B	350	-	2.0	0.75	380/3/60	-	380/3/60	6	2.5	220/1/60				
UMA-6ª	SECTOR 6ª	106,715	11.70	131	113	B	1,820	1,140	4.0	3.50	380/3/60	2.50	380/3/60	33	13.5	380/3/60				
UMA-6B	SECTOR 6B	123,000	13.50	131	113	B	1,610	1,140	4.0	3.50	380/3/60	2.50	380/3/60	30	11	380/3/60				
UTA-01	ZONA RÍGIDA	27,605	3.10	131	113	A	2,100	-	2.5	2.50	380/3/60	-	380/3/60	39	13.5	380/3/60				
UTA-02	SALA OPERACIONES GINECOLOGÍA	7,630	0.80	131	113	A	2,000	-	2.5	2.50	380/3/60	-	380/3/60	37	13.5	380/3/60				
UTA-03	SALA MULTIFUNCIONAL	7,630	0.80	131	113	A	2,000	-	2.5	2.50	380/3/60	-	380/3/60	37	13.5	380/3/60				
UTA-04	LAB. DE BIOQUIMICA	5,280	0.60	131	113	A	500	-	2.5	1.50	380/3/60	-	380/3/60	9	3	220/1/60				
UTA-05	LAB. DE MICROBIOLOGÍA	5,280	0.60	131	113	A	500	-	2.5	1.50	380/3/60	-	380/3/60	9	3	220/1/60				
UTA-06	LAB. DE HEMATOLOGÍA	5,280	0.60	131	113	A	500	-	2.5	1.50	380/3/60	-	380/3/60	9	3	220/1/60				
UTA-07	ESTERILIZACION DE PROD. BIOLÓGICOS	5,280	0.60	131	113	A	500	-	2.5	1.50	380/3/60	-	380/3/60	9	3	220/1/60				

UTA-08	LAB. DE INMUNOHEMATOLOGÍA	5,280	0.60	131	113	A	500	-	2.5	1.50	380/3/60	-	380/3/60	9	3	220/1/60
UMA-05	GIMNASIO	27,880	3.10	131	113	B	2,000	1700	3.5	3.50	380/3/60	2.50	380/3/60	37	13.5	380/3/60
UMA-06	SUM	32,980	3.70	131	113	B	3,000	2560	3.5	5.50	380/3/60	4.00	380/3/60	55	18	380/3/60

Tabla X
Tabla de capacidades de equipos ventiladores.

		PROPUESTO										
		TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE VENTILADORES CENTRIFUGOS					DATOS DEL EQUIPO					
AMBIENTE	UBICACIÓN DEL VENTILADOR	VENTILADOR		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								
		CAUDAL	PERDIDAS									
		DISEÑO	TOTAL	POTENCIA		V/ø/f						
		CFM	C.A	KW APROX	TIPO TRANSMISIÓN							
		PPE	.			MARCA	MODELO	dBa	Enclosure Motor	Certificación		
SH Pers, R. Sólidos, Almacén limpieza PISO 1	PISO 4	EC-101	1,145	2.4	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130HP	65	IP55	AMCA
Salud ambiental PISO 1	PISO 3 TÉCNICO	EC-102	2,200	1.6	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M140	64	IP55	AMCA
Vest+SH Técnico, PISO 2	PISO 4	EC-201	2,185	1.2	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130	61	IP55	AMCA
Cto limpieza, R.Solid, SH+Vest, SH, Lav y alm vajillas PISO 2	PISO 3 TÉCNICO	EC-202	925	1.0	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M90	63	IP55	AMCA
SH, C Sucio, Limpieza, Lavandería PISO 3	CASETÓN	EC-301	1,020	1.6	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130HP	62	IP55	AMCA

SH Pers, SH Pac, SH Pub, Limpieza, Ropa sucia, Cuarto 62éptico PISO 3	PISO 5	EC-302	1,550	1.6	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M120	60	IP55	AMCA
SH, SH H Pub, SH M Pub PISO 3	CASETON	EC-303 ^a	885	1.8	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130HP	61	IP55	AMCA
SH H Pers, SH M Pers, Cto limpieza, Dep res sólidos R. Sólidos PISO 3	CASETON	EC-303B	885	1.8	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130HP	61	IP55	AMCA
Cadáveres PISO 3	PISO 4	EC-304	1,340	3.0	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	CDB-225-B1-SN	67	IP55	AMCA
Recep. Clasif mat sucio, SH, SH H Pers, SH M Pers, Limpieza PISO 3	PISO 4	EC-305	1,235	1.2	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M100	64	IP55	AMCA
Rayos X PISO 3	PISO 5	EC-RX-301	100	0.6	0.25	DIRECTA	230/1/60	GREENHEC K	SQ-100-A	55	ODP	AMCA, UL
Esclusa, Alta temperatura PISO 3	PISO 5	EC-LAV-301	345	0.7	0.19	DIRECTA	230/1/60	GREENHEC K	SQ-100-A	55	ODP	AMCA, UL
R. sólidos, Cto. Limpieza, SH, SH Pers, Trabajo sucio, Dep. ropa sucia, SH Pub mujeres- hombres PISO 4	CASETON	EC-401	1,830	1.6	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M120	63	IP55	AMCA
SH, Trab. Sucio, Dep. ropa sucia PISO 4	CASETON	EC-402	1,200	1.3	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M100	65	IP55	AMCA
SH, SH M Pers, Alm. Residuos sólidos, Cto 62éptico, Dep. ropa sucia, Cto. Limpieza, Ropa sucia PISO 4	PISO 5	EC-403	1,630	1.1	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M120	64	IP55	AMCA
SH M Pub, SH H Pub, R. PISO 5	CASETON	EC-501	1,050	1.4	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/60	GREENHEC K	BSQ-M130HP	62	IP55	AMCA

SH H Pub, SH M Pub, SH Ds PISO 5	CASETON	EC-502	685	0.9	0.25	DIRECTA	230/1/6 0	GREENHEC K	SQ-M120- A	57	IP44	AMCA
SH M Pers, R. Sólidos, SH, SH H Pers, Limp. PISO 5	CASETON	EC-503	605	1.1	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-M80	63	IP55	AMCA
SH, SH Pers, Espudo, SH Disc, Limp. Res. Sólidos PISO 5	PISO 6	EC-504	1,400	3.1	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/6 1	GREENHEC K	CDB-225- B1-SN	68	TEFC	AMCA, UL
SH Hpub, SH M Pub, SH Disc PISO 6	CASETON	EC-601	590	0.9	0.25	DIRECTA	230/1/6 0	GREENHEC K	SQ-M120- A	57	IP44	AMCA
SH, SH M Pers, SH H Pers PISO 6	CASETON	EC-602	1,100	1.6	0.75	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M130HP	63	IP55	AMCA
R. Sólidos, SH, SH H Pers, PISO 6	CASETON	EC-603	990	1.1	0,55	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-M90	64	IP55	AMCA
Salud ambiental PISO 1	PISO 3 TÉCNICO	IC-101	1,775	3.0	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	CDB-280- B1-SN	65	IP55	AMCA
Cadáveres PISO 3	PISO 4	IC-301	955	0.6	0.25	DIRECTA	230/1/6 0	GREENHEC K	SQ-M100- A	56	IP44	AMCA
SALA DE OPERACIONES PISO 4	PISO 5	EC-01	1,680	1.80	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M140HP	61	IP55	AMCA
OPERACIONES GINECOLOGÍA PISO 4	PISO 5	EC-02	1,600	2.00	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M140HP	61	IP55	AMCA
SALA DE PARTO PISO 4	PISO 5	EC-03	1,600	2.00	1.10	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M140HP	61	IP55	AMCA
LAB. BIOQUÍMICA PISO 6	CASETON	EC-04	480	1.61	0.50	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-80-5	66	TEFC	AMCA, UL
LAB. MICROBIOLOGÍA PISO 6	CASETON	EC-05	735	1.61	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M130HP	54	TEFC	AMCA, UL
LAB. HEMAT. INMUN. PISO 6	CASETON	EC-06	735	1.61	0.55	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ- M130HP	54	TEFC	AMCA, UL
MAT. BIOLÓGICOS PISO 6	CASETON	EC-07	480	1.61	0.35	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-80-5	66	TEFC	AMCA, UL

	CASETON	EC-08	480	1.61	0.35	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-80-5	66	TEFC	AMCA, UL
COCINA	PISO 3 TÉCNICO	EC-CO-01	14,000	1.60	6.0	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	USF-30	77	TEFC	AMCA, UL
COCINA	PISO 3 TÉCNICO	IC-CO-01	16,800	0.85	5.5	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	BSQ-M420	66	IP55	AMCA
SH ECOGRAFÍA GENERAL	PISO 3	ECH - 01	100	0.10	0.10	DIRECTA	220/1/6 0	Soler & Palau	TD- 250/100 SILENT	51	IP44	AMCA
ESCALERA 1	PISO 5	ICP-01	10,400	2.00	6.0	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	USF-24	82	TEFC	AMCA, UL
ESCALERA 3	CASETON	ICP-03	10,400	2.00	6.0	FAJA Y POLEA	380/3/6 0	GREENHEC K	USF-24	82	TEFC	AMCA, UL
SH	CASETON	EA-01	100	0.10	0.10	DIRECTA	220/1/6 0	Soler & Palau	HXM-250	51	IP42	AMCA, UL
SH	CASETON	EA-02	100	0.10	0.10	DIRECTA	220/1/6 0	Soler & Palau	HXM-250	51	IP42	AMCA, UL
ALTA TEMP. – ZONA VERDE	PISO 3	IA-01	300	0.10	0.10	DIRECTA	220/1/6 0	Soler & Palau	HXM-350	57	IP42	AMCA, UL

Calculo justificativos con el software

PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUAMALÍES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCAMEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 2B						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO	OBSERVACIONES	
	m	19	10	3	190	94		
		ft	64	34	10	642	318	
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR			
		BTU/h.°F-m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	168	26	14,196	3,549	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	37	26	12,179	3,045	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Puerta					0	0		
Cielo raso/techo		2.35		26	0	0		
Piso sobre terreno		5.68		26	0	0		
Entre Piso		1.86	380	26	18,377	4,594		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	44,752	11,188		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	KW
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
			(2)		Subtotal	0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				44,752	11,188	13,124
		Caudal de AC (GPM)				4.9	W/m2	69
N° de Cambios/hora	2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)				70	
Caudal de Aire (CFM)	671		N° DE INDUCTORES		10	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)		45
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)			10			

Figura N°40: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del Sector 2B.

PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUAMALÍES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCAMEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 2B'						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO	OBSERVACIONES	
	m	20	8	3	160	94		
		ft	68	27	10	541	318	
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR			
		BTU/h.°F-m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	168	26	14,196	3,549	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	37	26	12,179	3,045	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Puerta					0	0		
Cielo raso/techo		2.35		26	0	0		
Piso sobre terreno		5.68		26	0	0		
Entre Piso		1.86	320	26	15,475	3,869		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	41,850	10,463		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	KW
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
			(2)		Subtotal	0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				41,850	10,463	12,273
		Caudal de AC (GPM)				4.6	W/m2	77
N° de Cambios/hora	2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)				70	
Caudal de Aire (CFM)	565		N° DE INDUCTORES		8	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)		35
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)			10			

Figura N°41: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 2B'.

PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUAMALIES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCAMEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 3A						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO		
	m	28	8	3	172	72		
	ft	95	27	10	581	243		
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR		OBSERVACIONES	
		BTU/h.°F-m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	216	26	18,252	4,563	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	11	26	3,621	905		
Puerta					0	0	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Cielo raso/techo		2.35	172	26	10,509	2,627		
Piso sobre terreno		5.68	172	26	25,401	6,350		
Entre Piso		1.86		26	0	0		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	57,783	14,446		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	W
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
			(2)		Subtotal	0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				57,783	14,446	16,945
		Caudal de AC (GPM)				6.4	W/m2	99
N° de Cambios/hora	2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)				70	
Caudal de Aire (CFM)	607		N° DE INDUCTORES		9	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)		52
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)		10				

Figura N°42: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 3A.

SUCATHERM		CALCULO DEMANDA TÉRMICA PARA CALEFACCION				PARAMETROS DE CÁLCULO		
PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUAMALIES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCA MEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 3B'						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO		
	m	23	4	3	92	54		
	ft	78	14	10	311	183		
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR		OBSERVACIONES	
		BTU/h.°F-m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	108	26	9,126	2,282	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	20	26	6,583	1,646		
Puerta					0	0	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Cielo raso/techo		2.35	92	26	5,621	1,405		
Piso sobre terreno		5.68		26	0	0		
Entre Piso		1.86	92	26	4,449	1,112		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	25,780	6,445		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	W
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
			(2)		Subtotal	0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				25,780	6,445	7,560
		Caudal de AC (GPM)				2.8	W/m2	82
N° de Cambios/hora	2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)				70	
Caudal de Aire (CFM)	325		N° DE INDUCTORES		5	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)		26
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)		10				

Figura N°43: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 3B'.

SUCATHERM CALCULO DEMANDA TÉRMICA PARA CALEFACCION								
PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUAMALIES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCAMEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 6A						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO		
	m	32	16	3	512	96		
	ft	108	54	10	1731	324		
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR		OBSERVACIONES	
		BTU/h.°F.m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	288	26	24,336	6,084	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	80	26	26,333	6,583	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Puerta					0	0		
Techo al Sol		2.35	512	26	31,283	7,821		
Piso sobre terreno		5.68		26	0	0		
Entre Piso		1.86	512	26	24,760	6,190		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	106,712	26,678		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	KW
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
		(2)		Subtotal		0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				106,712	26,678	31,294
						Caudal de AC (GPM)	11.7	W/m2
N° de Cambios/hora		2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)		70		
Caudal de Aire (CFM)		1,807		N° DE INDUCTORES		26	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)	
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)			10			

Figura N°44: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 6A.

SUCATHERM CALCULO DEMANDA TÉRMICA PARA CALEFACCION								
PROYECTO		HOSPITAL LLATA				PARAMETROS DE CÁLCULO		
UBICACIÓN		LLATA - HUMALIES - HUÁNUCO				TEMPERATURA	°F	°C
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCAMEZA	Reg. CIP	30018		TBS interior	68	20
Fecha de cálculo:		15/03/2017				TBS exterior	42	6
Ambiente		SECTOR 6B						
Dimensiones	Unid	LARGO	ANCHO	ALTO	AREA	PERÍMETRO		
	m	38	12	3	456	100		
	ft	128	41	10	1541	338		
Transferencia de calor		U	AREA	DT	PÉRDIDA DE CALOR		OBSERVACIONES	
		BTU/h.°F.m2	m2	°F	BTU/h	Kcal/h		
Pared Exterior		3.25	402	26	33,969	8,492	Temperatura exterior por SENAMHI	
Ventana		12.66	56	26	18,433	4,608	No tiene infiltración por ser el interior presión positiva	
Puerta					0	0		
Techo al Sol		2.35	645	26	39,410	9,852		
Piso sobre terreno		5.68		26	0	0		
Entre Piso		1.86	645	26	31,192	7,798		
Divisiones					0	0		
			-1	Sub Total	123,004	30,751		
Infiltración		1.1	A	B	TC	BTU/h	Kcal/h	KW
Ventana		1.1				0	0	
Puerta		1.1				0	0	
		(2)		Subtotal		0	0	
		Carga total del ambiente (1) + (2)				123,004	30,751	36,071
						Caudal de AC (GPM)	13.5	W/m2
N° de Cambios/hora		2	ASHRAE	CAUDAL DE AIRE DEL INDUCTOR (CFM)		70		
Caudal de Aire (CFM)		1,610		N° DE INDUCTORES		23	AREA DE AMBIENTES SUCIO (m2)	
		N° DE CAMBIOS/hora (ambientes sucios)			10			

Figura N°45: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector 6B.

Calculo justificativos con el software de equipos UTAS

SUCATHERM										CÁLCULO DEL BALANCE TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN (UTA)										
NOMBRE DEL PROYECTO					DISTRITO					PROVINCIA					REGIÓN					
HOSPITAL LLATA					LLATA					HUAMALE S					HUANUCO					
PROFESIONAL:		CIP N°								FECHA					PÁG. N°					
JORGE LUIS SUCA MEZA		30018								05/02/2018										
NOMBRE DEL AMBIENTE O LOCAL:										LABORATORIOS										
DESCRIPCIÓN										CONDICIONES DE DISEÑO										
TEMPERATURA BS (SENAMHI): TBS (°C)		6		22		LARGO					DIMENSIONES DE VENTANA									
TEMPERATURA BS (DISEÑO): TBS (°C)		10		22		ANCHO					LARGO					ANCHO				
TEMP. BULBO HÚMEDO: TBH (°C)		2		15		ALTURA					S					S				
HUMEDAD RELATIVA: HR (%)		65		50		m					m ²					m				
Temp. Exterior no calefactados (°C)		16				m ³					m					m ²				
Temperatura del suelo (°C)		6				6.00					4.00					3.00				
Altitud (msnm)		3,439				24.00					72.00					0.00				
Latitud (S)		09° 32' 47"				CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR					FACTORES DE CONVERSIÓN:									
Longitud (W)		76° 48' 49"				DESCRIPCIÓN					EXTERIOR					INTERIOR				
Dirección del viento dominante		5				Entalpia de saturación (h)					Unidad					kcal/h				
Velocidad viento dominante (m/s)		4.4				Volúmen de aire seco (ve)					kcal/h					3.967				
Ocupación (personas)						Humedad absoluta (w)					kcal/h					0.86				
						Calor especif. del agua a 0°C					kcal/h					0.252				
						Diferencia de temperatura ΔT4-2					kcal/h					0.238				
						Calor específico medio del aire húmedo (Com)					kcal/h					0.001163				
						Peso específico del aire					kcal/h					kW				
						Densidad del aire a 10°C					kcal/h									
											kg/m ³									
1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN: CARGA SENSIBLE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
$Q_T = Q_t + Q_e$										$Q_0 = U \cdot S \cdot Co + (T_e - T_i) \cdot Q_0$										
PARED EXTERIOR										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
FACHADA OESTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
FACHADA ESTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
FACHADA NORTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
FACHADA SUR										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
PAREDES INTERNAS										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
OESTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
ESTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
NORTE										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
SUR										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
VENTANAS EXTERIORES: (Uv - Upe)										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
TECHO EXTERIOR										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
TECHO INTERIOR										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
PISO (SUELO)										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
PISO (ENTREPISO)										CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
Qs (kcal/h) =										-1,342										
2 CARGA TÉRMICA DE OCUPANTES										3 CARGA TÉRMICA POR ALUMBRADO Y EQUIPOS										
$Q_{30} = H_s \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$										$Q_{LI} = N^{\circ} \text{ LÁMPARAS} \cdot 0.86$										
$Q_{LO} = H_L \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$										$Q_{FL} = N^{\circ} \text{ LÁMPARAS} \cdot 0.86 \cdot 1.25$										
TIPO DE OCUPANTES										QLI: INCANDESCENTES										
Pacientes										0										
Médicos y enfermeras										24										
TOTAL QS:										159										
TOTAL QL:										159										
TOTAL QS ILUM-EQ =										1702										
4 CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN O VENTILACIÓN										6 CÁLCULO DE LA POTENCIA CALORÍFICA DEL AIRE EXTERIOR (Qc)										
V local										Temperatura de aire a la salida (T4)										
Cambios/h										Diferencia de entalpia Δh 0-1										
Caudal (mv)										Carga térmica sensible externa (Qc)										
m3/h										37										
kg as/h										3.1										
72										1,590										
432																				
5 CÁLCULO DE LA MASA DE AIRE DE IMPULSIÓN (ma)										8 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA CALIENTE										
$m_a = \frac{Q_T}{h_4 - h_2}$										SALTO TÉRMICO EN EL EQUIPO (Calefacción)										
$Q_c = m_a \cdot (h_0 - h_1)$										10 °C										
381										2										
3.6										0.6										
510										5										
m3/h										GPM										
432										FPS										
7 CÁLCULO DEL CALOR TOTAL SENSIBLE (Kcal/h)										9 VARIACIÓN DE CAUDAL POR PRESIÓN ATMOSFÉRICA DEL LUGAR										
$Q_T = Q_t + Q_e$										ALTURA SOBRE NIVEL DEL MAR										
1,331										3,439										
5,279										msnm										
1.5										PRESIÓN ATMOSF. DEL LUGAR										
										0.63										
										bar										
										TEMPERATURA INTERIOR (Ti)										
										22										
										°C										
										DENSIDAD DEL AIRE INTERIOR PARA Ti										
										1.165										
										kg/m ³										
										FLUJO DE IMPULSIÓN (ma)										
										510										
										kg as/h										
										CAUDAL CORREGIDO POR ALTURA (v)										
										689										
										m ³ /h										
										406										
										CFM										

Figura N°46: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector laboratorio.

SUCATHERM											CÁLCULO DEL BALANCE TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN (UTA)										
NOMBRE DEL PROYECTO				DISTRITO				PROVINCIA				REGIÓN									
HOSPITAL LLATA				LLATA				HUAMALE S				HUANUCO									
PROFESIONAL:		QP N°						FECHA				05/02/2018									
JORGE LUIS SUCA MEZA		30018										PÁG. N°									
NOMBRE DEL AMBIENTE O LOCAL:				SALA DE OPERACIONES DE GINECOLOGIA																	
CONDICIONES DE DISEÑO																					
DESCRIPCIÓN		EXTERIOR		INTERIOR		DIMENSIONES DEL AMBIENTE / LOCAL					DIMENSIONES DE VENTANA										
TEMPERATURA BS (SENAMHI): TBS (°C)		6		22		LARGO	ANCHO	ALTURA	S	V	LARGO	ANCHO	S								
TEMPERATURA BS (DISEÑO): TBS (°C)		10		22		m	m	m	m ²	m ³	m	m	m								
TEMP. BULBO HÚMEDO: TBH (°C)		2		15		6.45	5.50	3.00	35.48	106.43				0.00							
HUMEDAD RELATIVA: HR (%)		65		50							CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										
Temp. Exterior no calefactados (°C)		16									FACTORES DE CONVERSIÓN:										
Temperatura del suelo (°C)		6				DESCRIPCIÓN		EXTERIOR	INTERIOR	Unidad											
Altitud (msnm)		3439				Entalpia de saturación (h)		20.5	54	kJ/kg as	kcal/h	0.86	BTU/h								
Latitud (S)		09° 32' 47"				Volumen de aire seco (ve)		1	1.3	m ³ /kg as	BTU/h	0.252	kcal/h								
Longitud (W)		76° 48' 49"				Humedad absoluta (w)		6	13	g/Kg as	kJ/kg °C	0.238	kcal/kg °C								
Dirección del viento dominante		5				Calor especif. del agua a 0°C		1.008		kJ/kg °K	kJ/s	860	kcal/h								
Velocidad viento dominante (m/s)		4.4				Diferencia de temperatura ΔT4-2			15	°C	kcal/h	4.186	kJ/h								
Ocupación (personas)						Calor específico medio del aire húmedo (cama)		1.025		kJ/kg °K	kcal/h	0.001163	kW								
						Peso específico del aire		0.240		kcal/kg °C											
						Densidad del aire a 10°C		1.240		kg/m ³											
1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN: CARGA SENSIBLE																					
$Q_T = Q_e + Q_o$		$q_o = U \cdot S \cdot Co \cdot (T_e - T_i)$					$Q_o = \sum q_o$														
		U	S	Co	Te	Ti	Qo														
		kcal/h·m ² ·°C	m ²		°C	°C	°C														
PARED EXTERIOR																					
FACHADA OESTE		2.05		1.1	10	22	0														
FACHADA ESTE		2.05		1.1	10	22	0														
FACHADA NORTE		2.05	19.35	1	10	22	-480														
FACHADA SUR		2.05		1.2	10	22	0														
							Qo PE				-480										
PAREDES INTERNAS																					
OESTE		1.95	17	1	16	22	-195														
ESTE		1.95	17	1	16	22	-195														
NORTE		1.95		1	16	22	0														
SUR		1.95	19	1	16	22	-228														
							Qo PI				-618										
VENTANAS EXTERIORES: (Uv - Upe)		3.69	0.00	1.1	10	22	0														
TECHO EXTERIOR		1.05	35.48	1	10	22	-451														
TECHO INTERIOR		0.78		1	16	22	0														
PISO (SUELO)		1		1	6	22	0														
PISO (ENTREPISO)		0.78	35.48	1	16	22	-167														
							Qs (kcal/h) =				-1,716										
2 CARGA TÉRMICA DE OCUPANTES																					
$Q_{so} = H_s \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$		$Q_{to} = H_t \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$																			
TIPO DE OCUPANTES		CANT.	HS		TOTAL HS	HL	TOTAL HL	QLI: INCANDESCENTES				QLF: FLUORESCENTES									
Pacientes		1	65		65	23	23	0	200	0	kcal/h										
Médicos y enfermeras		10	73		730	53	530	35	65	1983	kcal/h										
					0		0	QEE: EQUIPOS				4953 kcal/h									
					TOTAL QS:	795	TOTAL QL:	553	TOTAL QS ILLUM-EQ =				6936 kcal/h								
4 CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN O VENTILACIÓN																					
		V local	Cambios/h	Caudal (mv)		QS TOTAL		QL TOTAL		Q TOTAL (Qt)											
		m ³	N° R	m ³ /h	kg as/h	5,535	kcal/h	6.44	kW	553	kcal/h	0.64	kW								
		106	20	2129	2512	6,088	kcal/h			7.08	kW										
5 CÁLCULO DE LA MASA DE AIRE DE IMPULSIÓN (ma)																					
$m_a = \frac{Q_T}{h_4 - h_2}$		$Q_e = m_a \cdot (h_0 - h_1)$		Calor sensible por trans. (QT)		Diferencia de entalpia Δh 4-2		Flujo másico del aire (ma)		Temperatura de aire a la salida (T4)		Diferencia de entalpia Δh 0-1		Carga térmica sensible externa (Qc)							
		kcal/h	kcal/kg as	kg as/h						°C	kcal/kg as	kcal/h									
		6,088	3.6	2,512						37	3.1	7,836									
				m ³ /h																	
				2,129																	
7 CÁLCULO DEL CALOR TOTAL SENSIBLE (Kcal/h)																					
$Q_T = Q_e + Q_o$		QT*1.1					SALTO TÉRMICO EN EL EQUIPO (Calefacción)				VELOCIDAD MÁX. DEL AGUA										
		Kcal/h	BTU/h	kW		Caudal agua caliente =		10 °C		3 l/min		1.5 m/s									
		1,923	7,627	2.2		C = $\frac{Q_T}{10}$		0.8 GPM		5		fps									
9 VARIACIÓN DE CAUDAL POR PRESIÓN ATMOSFÉRICA DEL LUGAR																					
ALTURA SOBRE NIVEL DEL MAR		3,439	msnm	HUMEDAD RELATIVA INTERIOR (HR)		50	%														
PRESIÓN ATMOSF. DEL LUGAR		0.63	bar	VOLUMEN ESPECÍFICO DEL AIRE (Ve)		0.84	m ³ /kg														
TEMPERATURA INTERIOR (Ti)		22	°C	CAUDAL MÁSCICO DE AIRE (v)		2110	m ³ /h														
DENSIDAD DEL AIRE INTERIOR PARA TI		1.165	kg/m ³	PRESIÓN ATMOSFÉRICA A NIVEL DEL MAR		1.013	bar														
FLUJO DE IMPULSIÓN (ma)		2512	kg as/h	CAUDAL CORREGIDO POR ALTURA (v)		3392	m ³ /h	1,998	CFM												

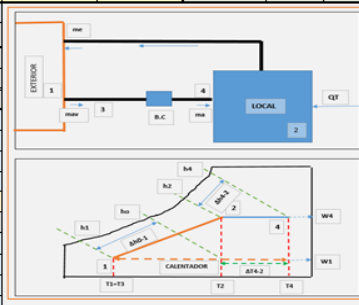


Figura N°47: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector sala de operaciones.

SUCATHERM										CÁLCULO DEL BALANCE TÉRMICO PARA CALEFACCIÓN (UTA)																																		
NOMBRE DEL PROYECTO					DISTRITO					PROVINCIA					REGIÓN																													
HOSPITAL LLATA					LLATA					HUAMALIES					HUANUCO																													
PROFESIONAL:		CIP N°			FECHA		05/02/2018			PÁG. N°																																		
JORGE LUIS SUCA MEZA					30018																																							
NOMBRE DEL AMBIENTE O LOCAL: SALA DE PARTOS MULTIFUNCIONAL										CONDICIONES DE DISEÑO																																		
DESCRIPCIÓN		EXTERIOR		INTERIOR		DIMENSIONES DEL AMBIENTE / LOCAL					DIMENSIONES DE VENTANA																																	
TEMPERATURA BS (SENAMHI): TBS (°C)		6		22		LARGO		ANCHO		ALTURA		LARGO		ANCHO		S																												
TEMPERATURA BS (DISEÑO): TBS (°C)		10		22		m		m		m		m2		m		m2																												
TEMP. BULBO HÚMEDO: TBH (°C)		2		15		6.45		5.50		3.00		35.48		106.43		0.00																												
HUMEDAD RELATIVA: HR (%)		65		50		CONDICIONES DEL AIRE EXTERIOR E INTERIOR										FACTORES DE CONVERSIÓN:																												
Temp. Exterior no calefactual (°C)		16				DESCRIPCIÓN		EXTERIOR		INTERIOR		Unidad		kcal/h		3.967 BTU/h																												
Temperatura del suelo (°C)		6				Entalpia de saturación (h)		20.5		54		kJ/kg as		kcal/h		0.86 W/m·K																												
Altitud (msnm)		3,439				Volumen de aire seco (ve)		1		1.3		m3/kg as		BTU/h		0.252 kcal/h																												
Latitud (S)		09° 32' 47"				Humedad absoluta (w)		6		13		g/Kg as		kJ/kg·°C		0.238 kcal/kg·°C																												
Longitud (W)		76° 48' 49"				Calor especif. del agua a 0°C		1.008				kJ/s		860		kcal/h																												
Dirección del viento dominante		5				Diferencia de temperatura ΔT ₄₋₂		15				°C		kcal/h		4.126 kJ/h																												
Velocidad viento dominante (m/s)		4.4				Calor específico medio del aire húmedo (Com)		1.025				kJ/kg·°K		kcal/h		0.001163 kW																												
Ocupación (personas)						Peso específico del aire		0.240				kcal/kg·°C																																
						Densidad del aire a 30°C		1.240				kg/m3																																
1 CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN: CARGA SENSIBLE										3 CARGA TÉRMICA POR ALUMBRADO Y EQUIPOS																																		
$Q_T = Q_t + Q_e$					$q_0 = U \cdot S \cdot Co \cdot (T_e - T_i)$					$Q_0 = \sum q_0$																																		
PARED EXTERIOR		U		S		Co		Te		Ti		Qo																																
FACHADA OESTE		2.05				1.1		10		22		0																																
FACHADA ESTE		2.05				1.1		10		22		0																																
FACHADA NORTE		2.05		19.35		1		10		22		-480																																
FACHADA SUR		2.05				1.2		10		22		0																																
PAREDES INTERNAS												Qo PE		-480																														
OESTE		1.95		17		1		16		22						-195																												
ESTE		1.95		17		1		16		22						-195																												
NORTE		1.95		17		1		16		22						0																												
SUR		1.95		19		1		16		22						-228																												
												Qo PI		-618																														
VENTANAS EXTERIORES: (Uv - Upe)		3.69		0.00		1.1		10		22		0																																
TECHO EXTERIOR		1.05		35.48		1		10		22		-451																																
TECHO INTERIOR		0.78				1		16		22		0																																
PISO (SUELO)		1				1		6		22		0																																
PISO (ENTREPISO)		0.78		35.48		1		16		22		-167																																
										Qs (kcal/h) = -1,716																																		
2 CARGA TÉRMICA DE OCUPANTES										3 CARGA TÉRMICA POR ALUMBRADO Y EQUIPOS																																		
$Q_{20} = H_2 \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$					$Q_{20} = H_2 \cdot (N^{\circ} \text{ DE PERSONAS})$					$Q_{L1} = N^{\circ} \text{ LÁMPARAS} \cdot 0.86$					$Q_{L2} = N^{\circ} \text{ LÁMPARAS} \cdot 0.86 \cdot 1.25$																													
TIPO DE OCUPANTES					CANT.		HS		TOTAL HS		HL		TOTAL HL		QU: INCANDESCENTES		0		200		0		kcal/h																					
Pacientes					1		65		65		23		23		QLF: FLUORESCENTES		35		65		1983		kcal/h																					
Médicos y enfermeras					10		73		730		53		530		QEE: EQUIPOS		0		0		4953		kcal/h																					
									0		0		0																															
									TOTAL QS:		795		TOTAL QL:		553		kcal/h		TOTAL QS ILUM-EQ =		6936		kcal/h																					
4 CARGA TÉRMICA POR INFILTRACIÓN O VENTILACIÓN										6 CÁLCULO DE LA POTENCIA CALORÍFICA DEL AIRE EXTERIOR (Qc)																																		
V local					Cambios/h					Caudal (mv)					QS TOTAL					5,535					kcal/h					6.44					kW									
m3					N° R					m3/h					kg as/h					QL TOTAL					553					kcal/h					0.64					kW				
106					20					2129					2512					Q TOTAL (Qt)					7.08					kW														
5 CÁLCULO DE LA MASA DE AIRE DE IMPULSIÓN (ma)										6 CÁLCULO DE LA POTENCIA CALORÍFICA DEL AIRE EXTERIOR (Qc)																																		
$m_a = \frac{Q_T}{h_4 - h_2}$					Calor sensible por trans. (QT)					Diferencia de entalpia Δh 4-2					Flujo másico del aire (ma)					Temperatura de aire a la salida (T4)					Diferencia de entalpia Δh 0-1					Carga térmica sensible externa (Qc)														
$Q_c = m_a \cdot (h_0 - h_1)$					kcal/h					kcal/kg as					kg as/h					°C					kcal/kg as					kcal/h														
6,088					3.6					2,512										37					3.1					7,836														
7 CÁLCULO DEL CALOR TOTAL SENSIBLE (Kcal/h)										8 CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA CALIENTE																																		
$Q_T = Q_s + Q_c$					QT*1.1					SALTO TÉRMICO EN EL EQUIPO (Calefacción)					10					°C					VELOCIDAD MÁX. DEL AGUA																			
1,923					7,527					2.2					3					l/min					1.5					m/s														
															0.8					GPM					5					fps														
9 VARIACIÓN DE CAUDAL POR PRESIÓN ATMOSFÉRICA DEL LUGAR																																												
ALTURA SOBRE NIVEL DEL MAR					3,439					msnm					HUMEDAD RELATIVA INTERIOR (HR)					50					%																			
PRESIÓN ATMOSF. DEL LUGAR					0.63					bar					VOLUMEN ESPECÍFICO DEL AIRE (Ve)					0.84					m3/kg																			
TEMPERATURA INTERIOR (Ti)					22					°C					CAUDAL MÁSCICO DE AIRE (v)					2110					m3/h																			
DENSIDAD DEL AIRE INTERIOR PARA Ti					1.165					kg/m3					PRESIÓN ATMOSFÉRICA A NIVEL DEL MAR					1.013					bar																			
FLUJO DE IMPULSIÓN (ms)					2512					kg as/h					CAUDAL CORREGIDO POR ALTURA (v')					3392					m3/h					1,998					CFM									

Figura N°48: Cálculo de demanda térmica de la calefacción del sector sala de partos.

Calculo justificativos de los ventiladores

DATOS:		H PISO/TECHO (m):	4.00	H TRABAJO (m)	1.00	H EFECTIVA	metros 3.00 pies 9.84	1m2 =	10.76 #2	1m =	3.28 #								
		N° DE CAMBIOS/h																	
EQUIPO	DESCRIPCION AMBIENTE	DATOS DE CALCULO			VENTILADOR							CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS							
		AREA AMBIENTE	N° de cambios	CAUDAL NOMINAL	CAUDAL DISEÑO	PERDIDAS EN DUCTOS (PPE)					POTENCIA			VOLTIOS V	FASES Nº				
						DUCTO			30%	60%	HEPA	REJILLA	TOTAL			HP CALCULADO	HP APROX.	TIPO TRANSMISION	
m	pies	"CA	"C.A.	"C.A.	"C.A.	"C.A.	"C.A.	"C.A.	PPE										
EC-101	R. SOLIDOS	4	12	85	100	82	270.6	2.30					0.1	2.4	0.87	1.00	FAJA Y POLEA	380	3
	SH. PERS	6	10	97	100														
	SH. PERS	6	10	97	100														
	LIMP	5	12	95	100														
	SH. PERS	4	10	71	100														
	SH. PERS	4	10	71	100														
	LIMP	4	12	85	100														
	SH	4	10	71	100														
	SH. PERS	4	10	71	100														
	ALMACEN MATERIAL DE LIMPIEZA	8	10	141	145														
	SH. + VEST PERS.	5	10	88	100														
					1,145														
EC-102	SALUD AMBIENTAL	62	20	2188	2,200	17.5	57.8	0.49	0.40	0.65		0.1	1.6	1.1	1.50	FAJA Y POLEA	380	3	
IC-101	SALUD AMBIENTAL	62	20	1751	1,775	17.5	57.8	0.49				0.1	0.6	0.3	0.50	FAJA Y POLEA	380	3	
EC-201	VEST + SH TECNICO	12	10	212	215	40.5	133.7	1.14					0.1	1.2	0.63	0.75	FAJA Y POLEA	380	3
	VEST + SH TECNICO	12	10	212	215														
	VEST + MEDICO	12	10	212	215														
	VEST + MEDICO	12	10	212	215														
	RECEP/ SELECC ROPA SUCIA	12	6	127	130														
	SH PERS	8	10	141	145														
	SH PERS	8	10	141	145														
	LIMP	5	12	106	110														
	LAVADO DE ROPA	22	6	233	240														
				1,630															
EC-202	CTO LIMPIEZA	5	12	106	110	31	102.3	0.87					0.1	1.0	0.28	0.50	DIRECTA	380	3
	R. SOLID	6	12	127	135														
	SH + VEST M.	11	10	194	195														
	SH + VEST H.	11	10	194	195														
	SH	3	10	53	100														
	SH	3	10	53	100														
	LAVADO Y ALM VAJILLAS	8	6	85	90														
				925															

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt. 1.

EC-301	SH	4	10	71	100	57	188.1	1.60				0.1	1.7	0.6	0.75	FAJA Y POLEA	380	3
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	C SUCIO	4	12	85	100													
	LIMP	7	12	148	150													
	SH	6	10	106	110													
	LAVANDERIA	17	6	180	185													
	SH	3	10	53	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
				1,145														
EC-302	SH PERS	7	10	124	125	53	174.9	1.49				0.1	1.6	0.8	1.00	FAJA Y POLEA	380	3
	SH PERS	7	10	124	125													
	SH	5	10	88	100													
	R SUCIA	5	12	106	100													
	CUARTO SEPTICO	8	12	169	170													
	RES SOL	4	12	85	100													
	LIMP	4	12	85	100													
	T SUC	4	12	85	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH H PAC	4	10	71	100													
	SH M PAC	4	10	71	100													
	SH DS PUB	6	10	106	100													
	SH H PUB	4	10	71	100													
	SH M PUB	4	10	71	100													
				1,520														
EC-303A	SH	4	10	71	100	62	204.6	1.74				0.1	1.8	0.5	0.75	FAJA Y POLEA	380	3
	SH	12	10	212	225													
	SH	12	10	212	225													
	SH H PUB	4	10	71	100													
	SH M PUB	4	10	71	100													
				750														

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt 2.

EC-303B	SH H PERS	8	10	141	145	62	204.6	1.74				0.1	1.8	0.5	0.75	FAJA Y POLEA	380	3
	DEP RES SOLIDOS	4	12	85	100													
	SH MPERS	8	10	141	145													
	CTO LIMPIEZA	4	12	85	100													
	SH H PERS	11	10	194	195													
	SH MPERS	11	10	194	190													
				875														
EC-304	CADAVERES	42	15	1334	1,340	11	36.3	0.31	0.40	0.65	1.5	0.1	3.0	1.2	1.50	FAJA Y POLEA	380	3
IC-301	CADAVERES	42	15	945	955	11	36.3	0.31	0.40	0.65	1.5	0.1	3.0	0.9	1.00	FAJA Y POLEA	380	3
EC-305	RECEP Y CLASIF MAT SUCIO	10	12	212	215	31	102.3	0.87				0.1	1.0	0.3	0.50	DIRECTA	380	3
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	LIMP	5	12	106	110													
	DEP RES SOLIDOS	4	12	85	110													
	SH H PERS	6	10	106	110													
	SH MPERS	6	10	106	110													
				855														
EC-401	R SOLIDOS	7	12	148	150	54	178.2	1.51				0.1	1.6	0.9	1.00	FAJA Y POLEA	3	3
	CTO LIMPIEZA	6	10	106	110													
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH PERS	9	10	159	160													
	SH PERS	9	10	159	160													
	SH	4	12	85	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	TRABAJO SUCIO	4	12	85	100													
	DEP ROPA SUCIA	4	12	85	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH PUB MUJERES	12	10	212	225													
	SH PUB HOMBRES	12	10	212	225													
					1,830													

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt 3.

EC-502	SH H PUB	12	10	212	225	14	46.2	0.39				0.1	0.5	0.1	0.25	DIRECTA	380	3
	SH MPUB	12	10	212	225													
	SH DS	6	10	106	100													
				550														
EC-503	SH MPERS	4	10	71	100	34	112.2	0.95				0.1	1.1	0.2	0.25	FAJA Y POLEA	380	3
	LIMP	5	12	106	110													
	R SOLIDOS	5	12	106	110													
	SH	8	10	132	140													
	SH H PERS	8	10	141	145													
				605														
EC-504	ESPUTO	8	12	169	170	15	49.5	0.42	0.40	0.65	1.5	0.1	3.1	0.8	1.50	FAJA Y POLEA	380	3
	SH	4	10	71	100													
	SH PERS	4	10	71	100													
	SH DS	9	10	159	160													
	LIMP	6	12	127	145													
	R SOL	6	12	127	145													
				820														
EC-601	SH H PUB	12	10	212	225	10	33.0	0.28				0.1	0.4	0.1	0.25	DIRECTA	380	3
	SH MPUB	12	10	212	225													
	SH DISC	6	10	106	100													
				550														
EC-602	SH	4	10	71	100	55	181.5	1.54				0.1	1.6	0.4	0.50	FAJA Y POLEA	380	3
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
	SH MPERS	4	10	71	100													
	SH H PERS	4	10	71	100													
	SH	4	10	71	100													
				800														

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt 4.

EC-402	SH	3	10	53	100	41	135.3	1.15				0.1	1.3	0.5	0.50	DIRECTA	380	3
	SH	3	10	53	100													
	SUCIO	3	12	64	100													
	DEP ROPA SUCIA	4	12	85	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
	SH	3	10	53	100													
					1,200													
	SH	3	10	53	100													
EC-403	SH	12	10	212	215	36	118.8	1.01				0.1	1.1	0.5	0.75	DIRECTA	380	3
	SH M PERS	11	10	194	195													
	ALM. DE RESIDUOS SOLIDOS	7	12	148	150													
	CUARTO SEPTICO	7	12	148	150													
	DEP ROPA SUCIA	5	12	106	110													
	LIMP	5	12	106	110													
	SH	8	10	141	145													
	SH	8	10	141	145													
	ROP SUCIA	4	12	85	100													
	CUARTO DE LIMPIEZA	4	12	85	100													
				1,520														
EC-501	SH M PUB	5	10	88	105	45	148.5	1.26				0.1	1.4	0.5	0.50	FAJA Y POLEA	380	3
	SH H PUB	5	10	88	105													
	SH H	4	10	71	100													
	SH M	4	10	71	100													
	LIMP	5	12	106	110													
	R. SUCIA	5	12	106	110													
	R SOLIDOS	5	12	106	110													
	LIMP	5	12	106	110													
	SH H PERS	4	10	71	100													
	SH M PERS	4	10	71	100													
					1,050													

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt 5.

EC-603	R SOLIDOS	4	12	85	100	35	115.5	0.98				0.1	1.1	0.3	0.50	FAJA Y POLEA	380	3
	SH	5	10	88	100													
	SH	5	10	88	100													
	LIMP	4	12	85	100													
	R SOLIDOS	4	12	85	100													
	SH H PERS	8	10	141	145													
	SH M PERS	8	10	141	145													
				790														
EC-04	LABORATORIO MICROBIO.			550	550	30	99.0	0.84	0.40			0.1	1.3	0.9	1.00	FAJA Y POLEA	380	3
	LABORATORIO BIOQUIMICO			550	550													
	LABORATORIO HEMAT./INMUN.			550	550													
	LABORATORIO INMUNOHEM.			550	550													
				2,200														
EC-01	SALA DE OPERACIONES			1300	1,300	22	72.6	0.62	0.40	0.65	1.5	0.1	3.3	1.3	1.50	FAJA Y POLEA	380	3
				1,300														
EC-02	ZONA RIGIDA			560	560	35	115.5	0.98	0.40	0.65	1.5	0.1	3.6	0.6	0.75	FAJA Y POLEA	380	3
				560														
EC-03	SALA DE PARTO			1300	1,300	35	115.5	0.98	0.40	0.65	1.5	0.1	3.6	1.5	1.50	FAJA Y POLEA	380	3
				1,300														

Figura N°49: Capacidad de extractores de aire (Ventilador centrífugo con gabinete) – pt 6.

3.6. Instrumentos.

- Software de modelado BIM: Permitió el modelado virtual de la infraestructura del hospital, incluyendo los sistemas de ductos, tuberías, equipos y demás componentes HVAC. Facilitó la detección temprana de interferencias y la coordinación de sistemas.
- Software de simulación dinámica de fluidos: Se utilizó para simular y analizar el comportamiento de flujos de aire, agua y refrigerantes en los sistemas HVAC, optimizando su rendimiento.
- Herramientas de presupuesto y programación: Sirvieron para planificar los costos, recursos y la secuencia de actividades de instalación y puesta en marcha del sistema HVAC.
- Medidores de caudal, presión y temperatura: Equipos portátiles esenciales para configurar, calibrar y probar el correcto funcionamiento del sistema de distribución de aire HVAC instalado.
- Analizadores de redes eléctricas: Permitieron verificar que la calidad de energía provista cumpliera con los requisitos de los variadores de frecuencia y demás equipos del sistema de automatización HVAC.

3.7. Fundamentos.

- Protocolo de comunicación BACnet: Este protocolo estandarizado permite la interoperabilidad entre los dispositivos de control, supervisión y gestión que conforman el sistema de automatización HVAC.
- Principio de control PID: El control proporcional, integral y derivativo se aplicó en lazos de control como temperatura, flujo, etc. Para regular variables del sistema HVAC.
- Norma EM.110 Confort Térmico y Ventilación de Establecimientos de Salud del Perú: Se siguieron los requisitos sobre renovaciones de aire, temperaturas y controles establecidos en esta norma técnica peruana.
- Código Nacional de Electricidad del Perú: Se cumplió con los requisitos sobre diseño, construcción e inspección de las instalaciones eléctricas que alimentan al sistema automatizado HVAC.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) de España: Se tomaron en cuenta las consideraciones de eficiencia energética de este reglamento para el diseño del sistema HVAC.
- Norma ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico: Se siguieron los lineamientos de temperatura, humedad y velocidad del aire provistos por esta norma internacional.
- Principios de diseño sanitario: Se aplicaron consideraciones especiales para minimizar la contaminación e infecciones en los sistemas de distribución de aire del hospital.

- Protocolo de comunicación BACnet: Este estándar abierto permitió la integración y comunicación de todos los dispositivos de automatización y control que conforman el sistema HVAC.
- Norma EM.110 Confort Térmico y Ventilación de Establecimientos de Salud del Perú: Se siguieron los lineamientos y recomendaciones de esta norma técnica peruana relacionada con HVAC para ambientes hospitalarios.

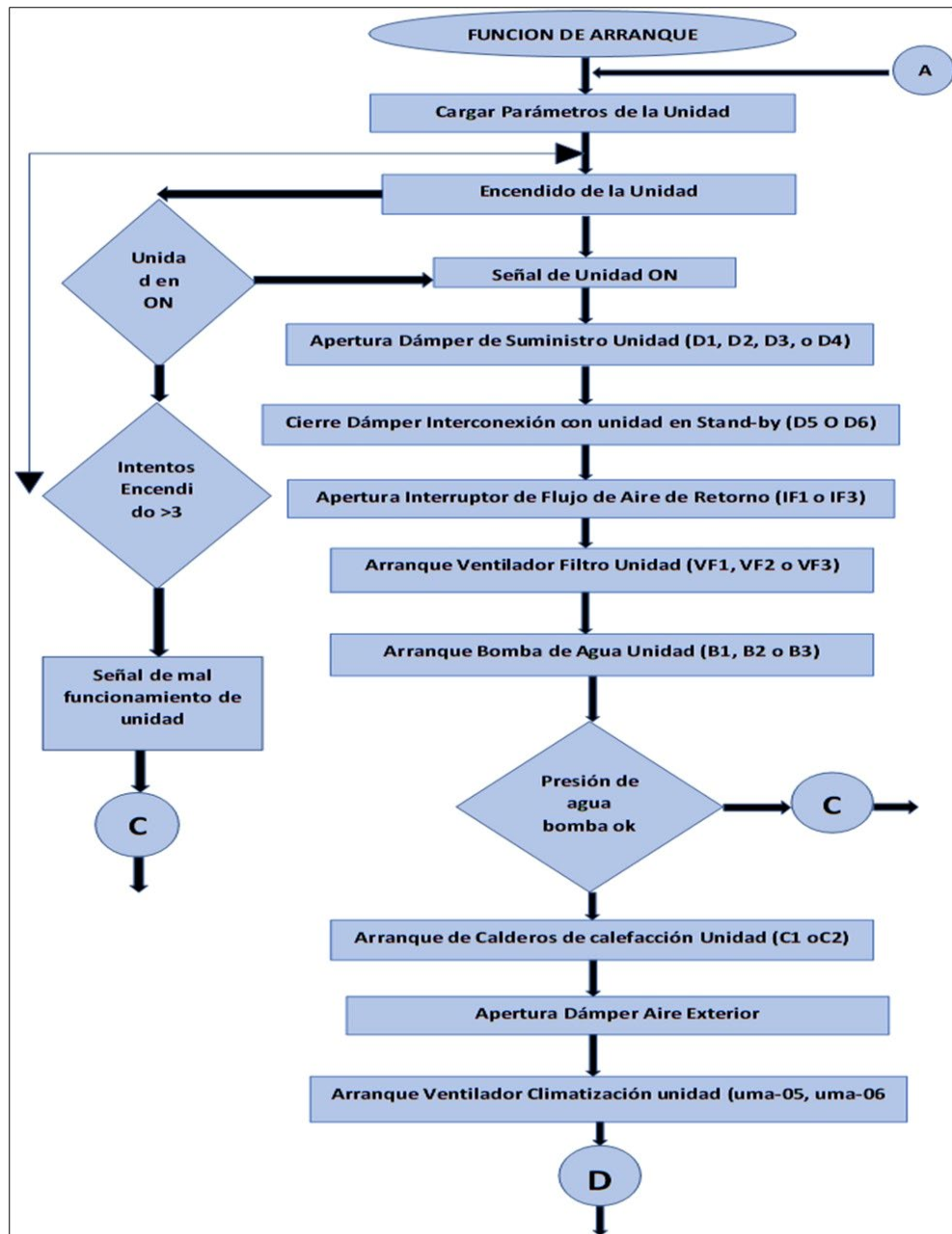


Figura N°50: Diagrama de flujo del módulo de control del sistema de automatización del HVAC – parte 1.

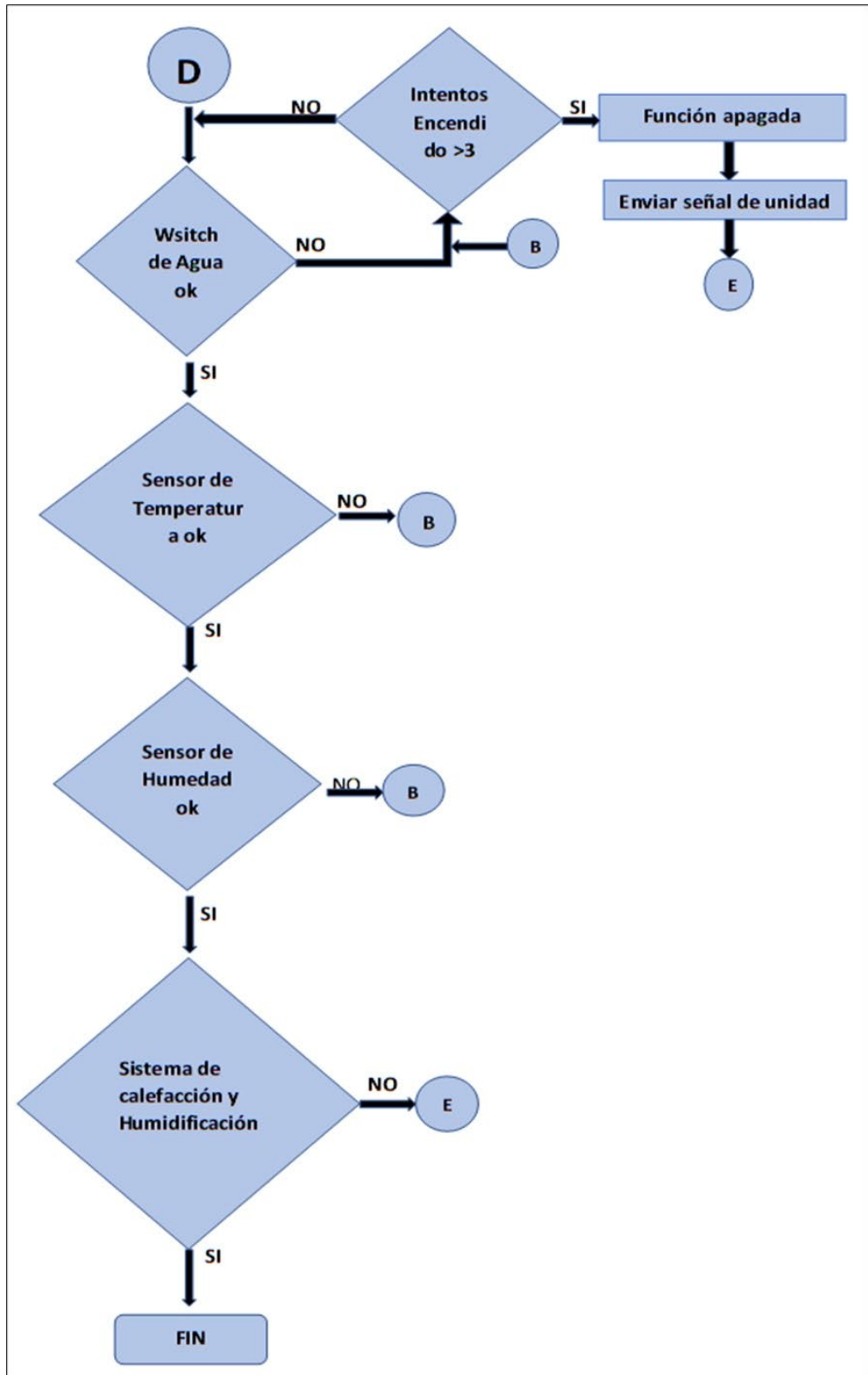


Figura N°50: Diagrama de flujo de módulo de control del sistema de automatización del HVAC – parte 2.

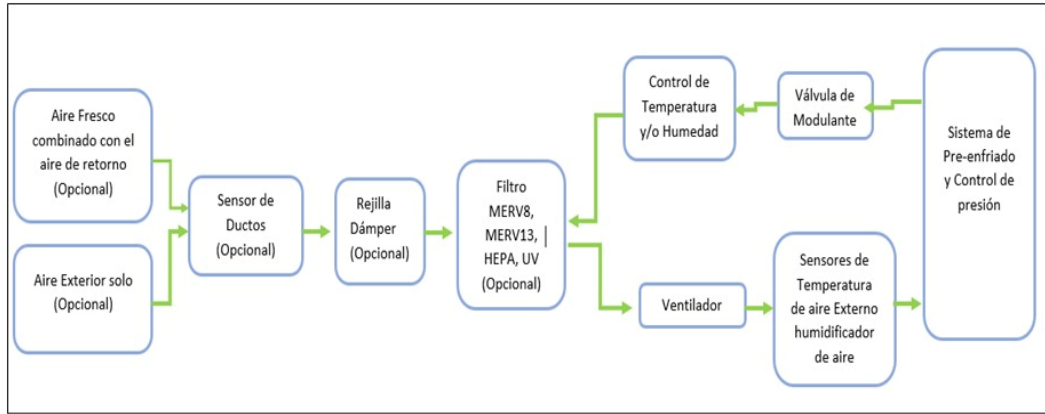


Figura N°51: Flujo del Sistema de Control de Calidad del Aire.

3.8. Materiales y Herramientas.

A. Materiales.

- **Sensor diferencial de presión:** Detectan variaciones de presión en la zona de las escaleras y manda una señal digital de 4-20 MA al variador de velocidad su instalación es lo siguientes. Si la escalera tiene 5 pisos el sensor se instala en el piso 3 a una altura aproximada de 2.50m



DM-2000-LCD

Figura N°52: Sensor DM-2000-LCD.

- **Detector de humo:** este tipo de sensor cuando detectan humo al ingreso de aire manda una señal analógica al variador de velocidad para que se apague el equipo. Su correcta instalación es en la caja porta filtro de ingreso del equipo ventilador se presurización



Figura N°53: Detector de humo de conducto fotoeléctrico SL-2000-P.

- **Humidistato:** se utilizan para controlar los niveles de humedad, HR% y sirven para medir la humedad relativa del aire en los ambientes.



Figura N°54: Humidistato CONDAIR.

- **Termostato digital:** Monitorea la temperatura del ambiental en grados centígrados (°c) también se pueden visualizar si va válvula on/of esta ambiental 100% cuando aparece el símbolo de una válvula, y el símbolo sol representa calefacción.



Figura N°55: Termostato digital SODECA.

- **Variadores de frecuencia:** Dispositivos que controlan la velocidad variable de motores eléctricos en ventiladores, bombas, compresores del sistema.



Figura N°56: Variador de frecuencia.

- **Tableros eléctricos:** es IP 65 donde se coloca el circuito de potencia y control de cada equipo ventilador, conecta con un MOA para que pueda operar en modo automático o manual todos los componentes eléctricos son de la marca ABB.

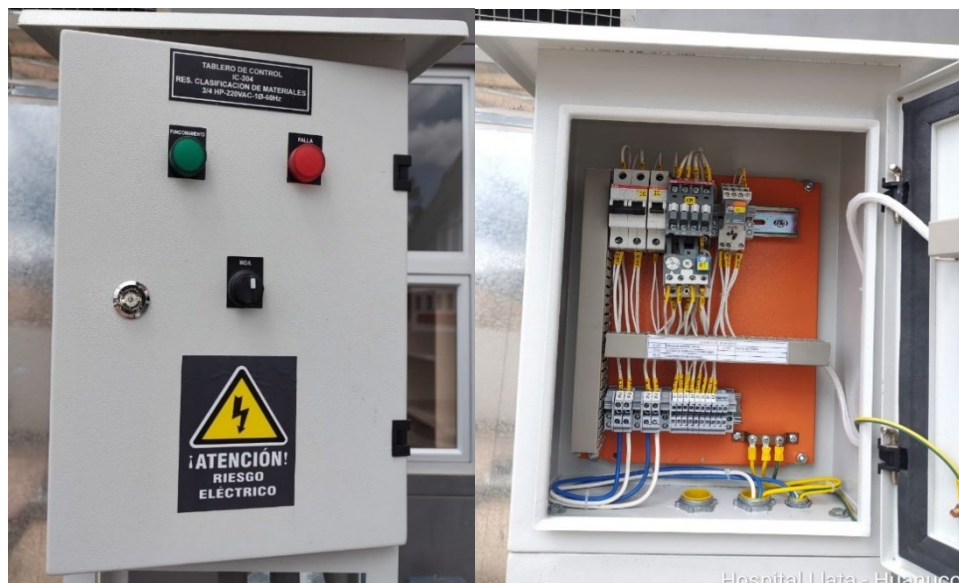


Figura N°57: Tablero eléctrico de ventiladores

- **Válvula modulante marca NEPTRONIC:** sirven para modular el caudal de agua caliente, esta válvula funciona según la temperatura que requiera el equipo y el que manda de abrir o cerra es el termostato de ambiente.



Figura N°58: Neptronic 90-402823.

- **Actuadores de damper motorizados:** Controla la apertura y cierre de los dámpers motorizados que se encuentra en las unidades manejadoras de aire, en retorno y suministro. Para su conexión se utilizado 24vac.



Figura N°59: Actuador damper – Belimo LMB24-3.

- **Transmisor de temperatura exterior:** Mide y transmite datos sobre la humedad y temperatura en el entorno exterior.



Figura N°60: Transmisor – Serie HTOS.

- **Transformador de control:** Alimentación de 220v a 24vac para alimentar a los controladores, dampers luces UV

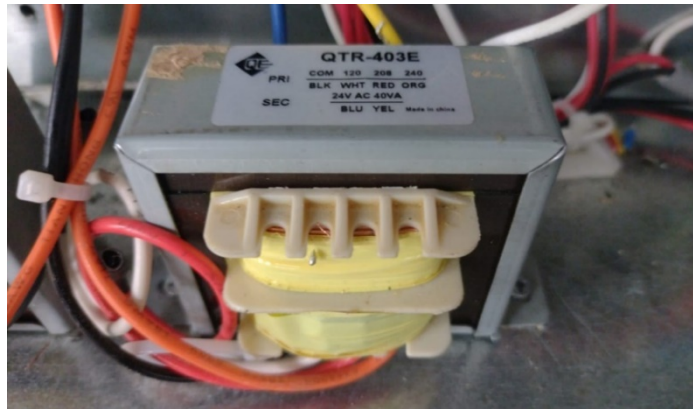


Figura N°61: Transformador 24VAC.

- **Vlvula modulante:** Controla la apertura y cierre del caudal de agua en el sistema de calefaccion, su alimentacion es de 24vac



Figura N°62: Vlvula BELIMO TR24-ST-T

- **Sensor de temperatura:** Mide la temperatura en los conductos para UMAS y UTAS.



Figura N°63: Sensor de temperatura – Q-Duct MINI.

- **Transmisor de humedad:** Proporciona información sobre las condiciones de humedad en los conductos para UMAS y UTAS.



Figura N°64: Sensor de humedad – Duct Safe Humidity.

- **Switch de presión:** ofrecen una solución rentable para el monitorear el funcionamiento de los ventiladores de la unidad



- Figura N°65: Switch – H800.

- **Switch DP de aire:** Proporciona una indicación del estado del ventilador y de las condiciones del “filtro sucio”.



Figura N°66: Switch DP de aire – PA-DPS-8x.

- **Variador de frecuencia variable:** Encargado de controlar la velocidad para UMAS y UTAS.



Figura N°67: VFD con entrada analógica – ABB ACS355.

- **Humidificador:** Mantiene la humedad en el aire para UMAS y UTAS. 0-100%



Figura N°68: Humidificador – NORTEC EL005.

- **Relé de interfaz:** Utilizado para el control de circuitos eléctricos, como sistemas de automatización, control de motores, etc.



Figura N°69: Relé de interfaz – ABB RB12AV-24VAC/DC.

- **Contactador:** Diseñado para manejar cargas pesadas, útil para UMAS y UTAS.



Figura N°70: Contactador – ABB AF.

- **Interruptor automático:** Protege los circuitos eléctricos de daños causados por exceso de corriente.



Figura N°71: Interruptor automático – serie System pro M compact S2000.

- **Relé térmico:** Utilizado en los sistemas eléctricos para proteger motores y otros equipos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos.



Figura N°72: Relé de sobrecarga – ABB TA25DU-6,5.

B. Herramientas.

- **Balómetro:** Mide el flujo de aire en grandes ductos. Unidad de media es en CFM



Figura N°73: Balómetro – Testo 420.

- **Dinamómetro:** Mide la fuerza y evalúa la resistencia y elasticidad en materiales



Figura N°74: Dinamómetro FORCE GAUGE. (lbf)

- **Vacuómetro:** Monitorea el proceso de vacío y revisa el rendimiento de la bomba de vacío.



Figura N°75: Vacuómetro digital CPS. (microhones)

- **Pinza amperimétrica:** Mide corrientes eléctricas en conductores.



Figura N°76: Pinza amperimétrica.(amperios)

- **Termómetro infrarrojo:** Mide temperaturas superficiales.



Figura N°77: Termómetro láser.(°c o °F)

- **Manómetro:** Mide presión de fluidos.



Figura N°78: Manómetro. (PSI)

3.9. Pruebas.

- Pruebas de comunicación: Se verifica la comunicación entre los diferentes dispositivos de automatización, variadores de frecuencia, sensores, estación SCADA, etc.
- Pruebas de lazos de control: Se inyectan señales y se constatan las respuestas de los lazos de control de temperatura, flujo, presión, etc. Para sintonizarlos y ajustarlos.
- Pruebas de secuencia de arranque: Se verifica que la secuencia de arranque y parada de los equipos siga la lógica programada en el PLC.
- Pruebas de failover: Se provocan fallas como cortes de energía para verificar la activación de sistemas de emergencia.
- Pruebas de performance: Se realizan pruebas de estrés del sistema, sometiéndolo a condiciones extremas para validar su capacidad.
- Pruebas integrales: Involucran la operación simultánea de todos los subsistemas interconectados para probar la estabilidad y respuesta global.
- Pruebas de validación: Personal del hospital realiza casos de prueba simulando condiciones reales para validar el desempeño.
- Pruebas de seguridad: Se verifica que los sistemas de emergencia como detención de emergencia funcionen correctamente.

3.10. Protocolo de entrega.

PROTOCOLOS DE UMAS Y UTAS


	PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD LLATA, DISTRITO DE LLATA, PROVINCIA DE HUAMALIES, REGION HUANUCO"	30310-PC-HVAC-05-F2 Revisión: 00 Fecha: 31/03/21 Página: 1 de 1									
	PROTOCOLO DE OPERATIVIDAD PARA UMAS-UTAS										
CLIENTE: ANTAMMA SUPERVISOR: AGRUTA & TAPIA AREA: 100 Bloque D NIVEL / AMBIENTES: piso 5 Medicina de Rehabilitación	UBICACIÓN: PROVINCIA HUAMALIES - DISTRITO DE LLATA (REGION HUANUCO) N° CORRELATIVO: 22 PLANO: 30310-SKT-1MM-4UAC-031 EJES DE REFERENCIA: D-F/3-9										
1. DATOS DEL EQUIPO											
CÓDIGO: UMA-5A TIPO: Manjeadora de aire MARCA: UT5	MODELO: AUSO30 CAUDAL (CFM): 2450CFM POTENCIA (HP): 3HP/2HP	CORRIENTE NOMINAL (AMP): 5.1A/9.4A VOLTAJE NOMINAL (V): 380V FRECUENCIA (Hz): 60Hz									
2. INSTRUMENTO PARA MEDICIÓN DE PRUEBAS ELÉCTRICAS											
DESCRIPCIÓN: Pinzo Amperimetrico MARCA: YFE MODELO: YF-8070 N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CT-18139-23 SERIE: 180801271	3. MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS CORRIENTE (Amperios) M1-1 M2-1 OPERACIÓN: L1: 2.5A 1.5A, L2: 2.5A 1.5A, L3: 2.5A 1.5A TENSION (Volts): L1-L2: 391V 392V, L2-L3: 390V 391V, L1-L3: 392V 392V										
4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA CAUDAL-TEMPERATURA AMBIENTAL											
INSTRUMENTO PARA MEDICIÓN DE PRUEBAS MECÁNICAS DESCRIPCIÓN: Bolometro MARCA: festo MODELO: 420 N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CT: 18553-23 SERIE: 50609626	INSTRUMENTO PARA MEDICIÓN DE PRUEBAS DE TEMPERATURA AMBIENTAL DESCRIPCIÓN: Termometro de Reducción MARCA: CPS MODELO: TEMP-SEEKER / TMINI N° CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CT: 18967-23 SERIE: E0124000990										
5. MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS : TEMPERATURA - CAUDAL											
	Medida de Regla y/o Inductores Vigas fijas	CAUDAL (CFM)					TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)				
		C1	C2	C3	C4	Caudal Promedio	T1	T2	T3	T4	Temperatura Promedio
IPS-24 IPS-25 IPS-26 IPS-27 IPS-28 IPS-29 IPS-30 IPS-31 IPS-32 IPS-33 IPS-34 IPS-35 IPS-36 IPS-37 IPS-38 IPS-39 IPS-40	Hall publico Hall publico ingreso personal ingreso personal ingreso personal ingreso personal ingreso personal ingreso personal ingreso personal Estacion de comidos sala de espera sala de espera corredor corredor Sala de psicoterapia Jefe de sala Secretaria	60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60 60x60	78 78 78 85 98 103 96 74 89 87 82 91 85 74 91 87 91 89	91 87 76 96 94 103 102 85 109 82 78 94 96 71 84 91 78 94	94 85 85 103 87 101 102 85 112 81 87 85 94 73 82 78 80 91	94CFM 80CFM 83CFM 97CFM 94CFM 98CFM 98CFM 82CFM 102CFM 82CFM 82CFM 80CFM 93CFM 73CFM 83CFM 80CFM 93CFM	35 34 35 35 34 34 35 34 35 34 35 34 34 35 35 34 34 34	34 34 35 34 35 34 34 34 34 35 35 34 34 34 36 34 34 34	33 33 35 34 35 34 34 34 34 34 35 34 34 34 34 35 35 34 33	34 33 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 33	34C 30C 33C 34C 35C 33C 34C 33C 33C 33C 34C 34C 33C 33C 34C 33C 33C 33C 33C
CONFORME: SI () NO ()											
6. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS											
(Empty space for observations)											
NOMBRE: COLD IMPORT S.A. CARGO: la perfeccion del frio FIRMA: [Signature] Inc. ELVIS HUAMÁN G. Supervisor de Calidad Fecha: 19/10/23 RESPONSABLE - SUBCONTRATISTA	NOMBRE: COSAPI CARGO: JEFE DE CALIDAD FIRMA: [Signature] ING. OMAR JUCA VELASCO JEFE DE CALIDAD CR 30310 - HOSPITAL DE LLATA Fecha: 19/10/23 CALIDAD- COSAPI	NOMBRE: COSAPI CARGO: ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA FIRMA: [Signature] ING. CHRISTIAN LINO CHILON RIMARACHIN ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA CR 30310 - HOSPITAL DE LLATA Fecha: 19/10/23 RESIDENTE DE LA OBRA-COSAPI	NOMBRE: [Stamp] CARGO: SUPERVISOR DE OBRA CLIENTE FIRMA: [Signature] Fecha: 21 OCT 2023 SUPERVISOR DE OBRA CLIENTE								


Figura N°79: Protocolos de pruebas de UMAS, UTAS e inductores.

PROTOS DE VENTILADORES

 COSAPI <small>la perfección del frío</small> <small>la perfección del frío</small>	PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD LLATA, DISTRITO DE LLATA, PROVINCIA DE HUAMALIES, REGION HUANUCO"	30310-PC- HVAC-05-F1 Revisión: 00 Fecha: 31/05/21 Página: 1 de 1									
	PROTOCOLO DE PRUEBA DE EQUIPOS VENTILADORES										
CLIENTE: ANTIMINA		UBICACIÓN: PROVINCIA HUAMALIES - DISTRITO DE LLATA (REGION HUANUCO)									
SUPERVISOR: AGRUTA & TAPIA		N° CORRELATIVO: <i>02</i>									
AREA: <i>Piso 1, Tareas Piso 4 A-300 y Bloques A, B</i>		PLANO: <i>Replanteo de ductos HVAC, Piso 1, Piso 4 A300</i>									
NIVEL / AMBIENTES: <i>Piso 1, Tareas Piso 4 A300</i>		EJES DE REFERENCIA: <i>0-K/5-9 - M-2/5-6</i>									
1. DATOS DEL EQUIPO											
CÓDIGO	<i>FC-101</i>	MODELO	<i>B5B-HL30HP-11KW</i>	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	<i>2.5A</i>						
TIPO	<i>CONDENSER</i>	CAUDAL (CFM)	<i>145 CFM</i>	VOLTAJE NOMINAL (V)	<i>380/60/3</i>						
MARCA	<i>GREENNECK</i>	POTENCIA (HP)	<i>1.1 KW (HP)</i>	FRECUENCIA (Hz)	<i>60 HE</i>						
INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS MECANICAS			INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS ELECTRICAS								
DESCRIPCION	<i>ANEMOMETRO</i>		DESCRIPCION	<i>Pinza Amperimetrica</i>							
MARCA	<i>CPS-DT50</i>		MARCA	<i>AC Digital Clamp Meter</i>							
MODELO	<i>AN-50</i>		MODELO	<i>YF-8070</i>							
N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	<i>CF-17364-22</i>		N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	<i>CF-18039-23</i>							
SERIE:	<i>172 00076</i>		SERIE:	<i>180801271</i>							
2. MEDICION DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS PROMEDIO DE LOS EQUIPOS											
CORRIENTE (Amperios)			TENSION (Volts)								
ARRANQUE	L1	<i>5.6 A</i>	OPERACION	L1	<i>1.8 A</i>	L1-L2	<i>3.79 V</i>				
	L2	<i>5.8 A</i>		L2	<i>1.8 A</i>	L2-L3	<i>3.80 V</i>				
	L3	<i>5.5 A</i>		L3	<i>1.8 A</i>	L1-L3	<i>3.81 V</i>				
3.- PRUEBAS DE CAUDAL											
N°	NOMBRE DEL AMBIENTE	MEDIDAS DE LAS REJILLAS	CAUDAL DEL PROYECTO (CFM)	CAUDAL MEDIDO (CFM)					CAUDAL TOTAL	DIFERENCIA (%)	ACEPTABLE
				C1	C2	C3	C4	C5			
1	<i>Residencia Solistas</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>106</i>				<i>104</i>	<i>+2%</i>	
2	<i>S.H Personal H.</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>106</i>	<i>102</i>				<i>104</i>	<i>+2%</i>	
3	<i>S.H Personal M.</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>106</i>	<i>102</i>				<i>104</i>	<i>+2%</i>	
4	<i>Cuarto Limpieza</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>102</i>				<i>102</i>	<i>+2%</i>	
5	<i>Abrigo de Hombres</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>106</i>				<i>104</i>	<i>+2%</i>	
6	<i>Pintado de Hombres</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>106</i>	<i>106</i>				<i>106</i>	<i>+3%</i>	
7	<i>S.H Personal</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>102</i>				<i>102</i>	<i>+3%</i>	
8	<i>S.H</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>145 CFM</i>	<i>106</i>	<i>155</i>				<i>157</i>	<i>+8%</i>	
9	<i>Cuarto Limpieza</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>102</i>				<i>102</i>	<i>+1%</i>	
10	<i>S.H Vestuario Fes.</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>106</i>	<i>102</i>				<i>104</i>	<i>+2%</i>	
11	<i>S.H Vestuario Fes.</i>	<i>8" x 8"</i>	<i>100 CFM</i>	<i>102</i>	<i>102</i>				<i>102</i>	<i>+1%</i>	
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
CONFORME: SI () NO ()											
4.- OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS											
CONFIRMA: SI () NO ()											
4.- OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS											
CONFIRMA: SI () NO ()											
NOMBRE: _____ CARGO: _____ COLD IMPORT S.A. la perfección del frío Ing. ELVIS HUAMAN G. Supervisor de Calidad Fecha: <i>02/06/2023</i> RESPONSABLE - SUBCONTRATISTA			NOMBRE: _____ CARGO: _____ COSAPI JEFE DE CALIDAD CR 30310 HOSPITAL DE LLATA Fecha: <i>04/07/23</i> CALIDAD - COSAPI			NOMBRE: _____ CARGO: _____ COSAPI INGENIERO EN SISTEMAS DE ENFERMERIA ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA CR 30310 - HOSPITAL DE LLATA Fecha: <i>04/07/23</i> RESIDENTE DE LA OBRA - COSAPI			NOMBRE: _____ CARGO: _____ ACQUITA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. Jefe de Obra Fecha: <i>02/06/2023</i> SUPERVISOR DE OBRA - CLIENTE		

Figura N°80: Protocolo de extracción de baños y áreas comunes.

PROTOCOLO DE COCINA

		PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD LLATA, DISTRITO DE LLATA, PROVINCIA DE HUAMALIES, REGION HUANUCO"	30310-PC-HVAC-05-F1 Revisión: 00 Fecha: 31/05/21 Página: 1 de 1
SUPERVISOR: AGRUTA & TAPIA AREA: Piso Tecnico - Area 300 Bloque - A NIVEL / AMBIENTES: Piso Tecnico del piso 3 A300		PROTOCOLO DE PRUEBA DE EQUIPOS VENTILADORES	
ENTE: ANTAMNA		UBICACIÓN: PROVINCIA HUAMALIES - DISTRITO DE LLATA (REGION HUANUCO)	
N° CORRELATIVO: 3)		PLANO: Delineo de planos HVAC - piso Tecnico del piso 3	
EJES DE REFERENCIA: P-2/4-7			

1. DATOS DEL EQUIPO					
CÓDIGO	IC-CO-01	MODELO	B30-MU20	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	11.9 A
TIPO	CAJINETE	CAUDAL (CFM)	16,800 CFM	VOLTAJE NOMINAL (V)	380V
MARCA	GREENHECK	POTENCIA (HP)	5.5 KW	FRECUENCIA (Hz)	60 Hz

INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS MECANICAS		INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS ELECTRICAS	
DESCRIPCIÓN	ANEMOMETRO	DESCRIPCIÓN	Prueba termométrico
MARCA	CPS	MARCA	YFE
MODELO	AMS0	MODELO	YF-8070
N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	N° C. 17640-22	N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	CI-18139-23
SERIE:	17200031	SERIE:	180801271

2. MEDICION DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS PROMEDIO DE LOS EQUIPOS					
CORRIENTE (Amperios)			TENSION (Volts)		
ARRANQUE	L1	8.3 A	OPERACION	L1	6.3 A
	L2	8.4 A		L2	6.3 A
	L3	8.3 A		L3	6.3 A
		L1-L2			398V
		L2-L3			399V
		L1-L3			397V

3. PRUEBAS DE CAUDAL												
N°	NOMBRE DEL AMBIENTE	MEDIDAS DE LAS REJILLAS	CAUDAL DEL PROYECTO (CFM)	CAUDAL MEDIDO (CFM)						CAUDAL TOTAL	DIFERENCIA (%)	ACEPTABLE
				C1	C2	C3	C4	C5	C6			
1	Cosina	12" x 29"		1530	1570	1595	1691	1671	1667	1630		
2	Cosina	12" x 29"		1450	1498	1677	1643	1788	1812	1634		
3	Cosina	12" x 29"	8,400	1788	1815	1843	1643	1812	1715	7736	-4%	✓
4	Cosina	12" x 29"		1215	1691	1667	1595	1305	1379	1520		
5	Cosina	12" x 29"		1667	1450	1474	1546	1401	1522	1510		
6										8,060 CFM		
7												
8	Cosina	12" x 29"		1788	1740	1981	1957	1933	1885	1880		
9	Cosina	12" x 29"		1667	1595	1909	1885	2102	2126	1880		
10	Cosina	12" x 29"	8,400	2054	1981	1957	1860	1957	1933	1957	+1%	✓
11	Cosina	12" x 29"		2247	1957	1909	1812	1643	1520	1816		
12	Cosina	12" x 29"		1764	1836	1812	1715	1715	1764	1767		
13										9340		
14												
15												
16										8,060 CFM		
17			16,800 CFM							9,340 CFM	+3.5%	✓
18												
19										17,400 CFM		
20												

CONFORME: SI () NO ()

4. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS			




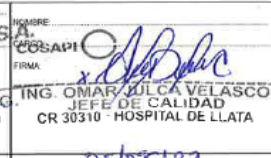

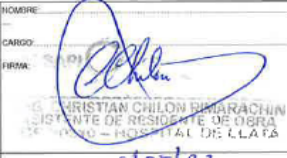



NOMBRE:  CARGO: RESPONSABLE - SUBCONTRATISTA FIRMA:  Ing. ELVIS HUAMANG Supervisor de Calidad Fecha: 05/06/23	NOMBRE:  CARGO: CALIDAD - COSAPI FIRMA:  ING. OMAR JUL CAVELASCO JEFE DE CALIDAD CR 30310 - HOSPITAL DE LLATA Fecha: 05/06/23	NOMBRE:  CARGO: RESIDENTE DE LA OBRA - COSAPI FIRMA:  CHRISTIAN CHILON BARRACHIN RESIDENTE DE OBRA CR 30310 - HOSPITAL DE LLATA Fecha: 05/06/23	NOMBRE:  CARGO: SUPERVISION DE OBRA - CLIENTE FIRMA:  ING. FELIPE IGLESIAS Fecha: 07 AGO 2023
--	---	---	---

Figura N°81: Protocolo de caudal de aire en cocina.

 COSAPI COLD IMPORT S.A. <small>la perfección del frío</small>	PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD LLATA, DISTRITO DE LLATA, PROVINCIA DE HUAMALIES, REGION HUANUCO"	30310-PC-HVAC-05-F1 Revisión: 00 Fecha: 31/05/21 Página: 1 de 1
	PROTOCOLO DE PRUEBA DE EQUIPOS VENTILADORES	
	CLIENTE: ANTAMIRA SUPERVISOR: AGRUTA & TAPIA AREA: 300 Bloque - B NIVEL / AMBIENTES: entretecho	UBICACIÓN: PROVINCIA HUAMALIES - DISTRITO DE LLATA (REGION HUANUCO) N° CORRELATIVO: 36 PLANO: 30310-SR-11mm-HVAC-052 EJES DE REFERENCIA: D-C/U-6

1. DATOS DEL EQUIPO					
CÓDIGO	ICP-03	MODELO	DSF-24	CORRIENTE NOMINAL (AMP)	14 Ampm
TIPO	Centrifugo	CAUDAL (CFM)	10,400CFM	VOLTAJE NOMINAL (V)	380/60/3
MARCA	GREENHOCK	POTENCIA (HP)	7.5 HP	FRECUENCIA (Hz)	60 Hz

INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS MECANICAS		INSTRUMENTOS PARA MEDICION DE PRUEBAS ELECTRICAS	
DESCRIPCION	Ademómetro	DESCRIPCION	Pinzo Ampermetro
MARCA	CPS	MARCA	YEE
MODELO	AM50	MODELO	YF-8070
N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	CA-17690-22	N° CERTIFICADO DE CALIBRACION	CA-18139-23
SERIE:	17200035	SERIE:	180801771

2. MEDICION DE LOS PARAMETROS ELECTRICOS PROMEDIO DE LOS EQUIPOS							
ARRANQUE	CORRIENTE (Amperios)			TENSION (Volts)			
	L1	5.2	OPERACION	L1	4.8A	L1-L2	392 V
	L2	5.2		L2	4.6A	L2-L3	399 V
L3	5.2	L3		4.8A	L1-L3	397 V	

3. PRUEBAS DE CAUDAL												
N°	NOMBRE DEL AMBIENTE	MEDIDAS DE LAS REJILLAS	CAUDAL DEL PROYECTO (CFM)	CAUDAL MEDIDO (CFM)						CAUDAL TOTAL	DIFERENCIA (%)	ACEPTABLE
				C1	C2	C3	C4	C5	C6			
1	Piso 6	32x32	2600cfm	0	23	0	0	20	0	2955cfm +13%	✓	
2				44	0	30	38	34	39			
3				100	101	111	100					
4												
5	Piso 5	32x32	2600cfm	14	5	47	36	0	0	2715cfm +14%	✓	
6				70	52	21	38	45	66			
7				30	60	47	30					
8												
9	Piso 4	32x32	2600cfm	62	0	18	45	29	39	3035cfm +16%	✓	
10				45	52	50	49	47	38			
11				66	34	69	50					
12												
13	Piso 3	32x32	2600cfm	22	27	48	36	39	49	3137cfm +20%	✓	
14				29	32	50	48	51	50			
15				48	52	53	43					
16												
17	total		10,400						total	11,842 +13%	✓	
18												
19												
20												

CONFORME: SI () NO ()

4. OBSERVACIONES O COMENTARIOS	





NOMBRE:  CARGO: SUPERVISOR DE CALIDAD Ing. ELVIS HUAMÁN G. Fecha: 08/09/2023 RESPONSABLE SUBCONTRATISTA	NOMBRE:  CARGO: JEFE DE CALIDAD ING. OMAR JULIO VELASCO CR 30310 / HOSPITAL DE LLATA Fecha: 08/09/23 CALIDAD - COSAPI	NOMBRE:  CARGO: RESIDENTE DE LA OBRA G. CHRISTIAN CHILON Fecha: 08/09/23 RESIDENTE DE LA OBRA - COSAPI	NOMBRE:  CARGO: SUPERVISIÓN DE OBRA Fecha: 09 SEP 2023 SUPERVISIÓN DE OBRA - CLIENTE
--	---	--	--

Figura N°82: Protocolo de presurización de escaleras.

IV. APORTES A LA INSTITUCIÓN

4.1. Aportes.

Desde una perspectiva laboral, el ingeniero electrónico realiza un aporte invaluable que permitió ejecutar exitosamente este complejo proyecto de automatización. El sólido conocimiento de los principios de control, normativas, tecnologías de automatización y HVAC garantizó un diseño e implementación óptimos, cumpliendo los más altos estándares. Durante el proyecto, el ing. electrónico orientó la adopción de soluciones técnicas avanzadas, como sistemas de control basados en BACnet y tecnología de punta mundial en HVAC. Esto representa un importante activo para la institución, posicionándola a la vanguardia tecnológica en infraestructura hospitalaria.

Adicionalmente, la vasta experiencia en comisionamiento y pruebas permitió liderar exhaustivos protocolos de validación y puesta en servicio. Esto aseguró desde el primer día operaciones eficientes, sin contratiempos por falencias en la implementación.

Finalmente, la capacitación y transferencia de conocimientos al personal hospitalario sobre la operación y mantenimiento del avanzado sistema HVAC automatizado es un aporte sustancial para garantizar el éxito continuo. Se entregan las competencias para operar y dar sostenibilidad a la solución.

En conclusión, la sólida experticia técnica, visión de vanguardia, ejecución impecable y transferencia de capacidades a la institución representan invaluable aportes del profesional para hacer realidad y maximizar el retorno de la moderna e innovadora solución de automatización HVAC.

CONCLUSIONES

El proyecto ha marcado un avance tecnológico invaluable para el hospital, posicionándolo a la vanguardia en sistemas de gestión de HVAC con un alto nivel de automatización. La consecución del objetivo principal de implementar un sistema de control HVAC automatizado ha logrado mantener las condiciones ambientales óptimas en los diferentes espacios hospitalarios de manera eficiente. La elección de una arquitectura de control basada en el protocolo BACnet ha facilitado una integración eficiente de todos los subsistemas involucrados, mejorando la coordinación y operación del sistema. El dimensionamiento preciso y la selección de equipos de alta calidad aseguran un funcionamiento confiable y un mantenimiento mínimo del sistema, contribuyendo a su durabilidad.

Las exhaustivas pruebas realizadas han verificado la total conformidad de la solución implementada con los requerimientos y especificaciones establecidos, validando la efectividad del sistema en su conjunto. La capacitación impartida al personal del hospital ha sido clave para transferir las habilidades necesarias, garantizando la operación eficiente y sostenibilidad a largo plazo de la solución.

El cumplimiento exitoso dentro del cronograma y presupuesto iniciales refleja una ejecución eficiente bajo una gestión de proyectos adecuada. Destaca el trabajo en equipo multidisciplinario entre las áreas de instalaciones, ingeniería clínica y tecnologías de la información, evidenciando la importancia de la colaboración para el éxito del proyecto.

En conclusión, el proyecto se erige como un éxito integral, evidenciado en la infraestructura de clase mundial que ahora ostenta el Hospital Llata. Este logro no solo cumple con los objetivos técnicos, financieros y de gestión, sino que también representa un impacto positivo en la calidad de los servicios de salud ofrecidos por la institución.

RECOMENDACIONES

Si bien el proyecto ha sido un éxito rotundo, logrando avances tecnológicos significativos y cumpliendo con los objetivos establecidos, es importante considerar algunas áreas de mejora para futuras implementaciones similares. En primer lugar, se recomienda contemplar la integración de sistemas de monitoreo y análisis de datos en tiempo real, lo que permitiría optimizar aún más el rendimiento y la eficiencia energética del sistema. Además, sería beneficioso explorar la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, para la toma de decisiones automatizada y la adaptación dinámica a las condiciones cambiantes.

Otra recomendación clave es fomentar una mayor participación de los usuarios finales, como el personal médico y administrativo, en las etapas de diseño y pruebas. Esto aseguraría que el sistema satisfaga plenamente sus necesidades y facilite su adopción efectiva. Asimismo, se sugiere ampliar los programas de capacitación y concientización, no solo para el personal encargado del mantenimiento, sino también para todos los usuarios, promoviendo así un uso adecuado y una comprensión profunda del sistema.

Finalmente, es fundamental establecer un plan de actualización y modernización periódica del sistema, considerando los avances tecnológicos y las nuevas normativas o requerimientos que puedan surgir. Esto garantizaría que el sistema permanezca a la vanguardia y continúe brindando un desempeño óptimo a largo plazo. En resumen, estas recomendaciones contribuirían a maximizar los beneficios del sistema HVAC automatizado, fomentando la innovación continua, la eficiencia energética y la satisfacción de todos los usuarios involucrados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IEC 60754, “Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2011.
- [2] IEC 61034, “Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2013.
- [3] NTP 370.252:2018, “Conductores eléctricos. Cables aislados con compuesto termoplástico y termoestable para tensiones hasta e inclusive 450/750 V. 8ª Edición”, Instituto Nacional de Calidad (INACAL), 2019.
- [4] IEC 60754-1-2:2014, “Determination of the acidity (by ph measurement) and conductivity”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2014.
- [5] IEC 60332-1-2:2005, “Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Apparatus”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2021.
- [6] IEC 60332-3:2019. “Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2018.
- [7] IEC 61034-2:2015, “Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2019.
- [8] NTP-IEC 60502-1:2010, “Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) hasta 30 kV ($U_m = 36$ kV). Parte 1: Cables para tensiones nominales de 1kV ($U_m = 1,2$ kV) y 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)”, Instituto Nacional de Calidad, (INACAL), 2010.
- [9] IEC 61439-1:2021, “Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2021.
- [10] Ley N°29783, “Ley que establece el marco de gestión del riesgo de desastres”, Congreso de la República del Perú, 2011.
- [11] G.050, “Seguridad durante la construcción D.S. N°010-2009”, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009.
- [12] ISO 9001, Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. Organización Internacional de Normalización (ISO), 2015.
- [13] UL 797, “Standard for Electrical Metallic Tubing”, Underwriters Laboratories (UL), 2021.
- [14] ANSI C80.3, Electrical Metallic Tubing (EMT) – Steel, American National Standards Institute (ANSI), 2014.
- [15] NTP 399.006:2015, “Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC-U) destinados a instalaciones de canalizaciones eléctricas. Requisitos y métodos de ensayos”, Instituto Nacional de Calidad (INACAL), 2015.

- [16] IEC 61439-2:2021, “Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2021.
- [17] IEC 62262:2002, “Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2002.
- [18] IEC 60947-1:2020, “Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2020.
- [19] IEC 60947-2:2016, “Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2016.
- [20] IEC 60529:1989, “Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)”, International Electrotechnical Commission (IEC), 1989.
- [21] IEC/EN 61008:2017, " Interruptores automáticos para operar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 1: Reglas generales", International Electrotechnical Commission (IEC) / European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), 2017.
- [22] IEC 60669-1:2017, “Switches for household and similar fixed-electrical installations - Part 1: General requirements”, International Electrotechnical Commission (IEC), 2017.
- [23] NTP-IEC 60884-1:2007, “Enchufes y tomacorrientes para uso doméstico y propósitos similares. Parte 1: Requisitos generales”, Instituto Nacional de Normalización del Perú (INACAL), 2007.
- [24] IEC 61643-11:2012, “Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods”, Norma Internacional Electrotécnica (IEC), 2012.
- [25] RM N°045-2015/MINSA, Aprobar la Norma Técnica de Salud NTS N°13-MINSA/DGIEM V.01 “Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención”, Ministerio de Salud (MINSA), 2015.
- [26] NTS N°113, “Modificatoria de la Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención”, Norma Técnica de Salud, 2017.
- [27] IEEE C62.41. "IEEE Standard for the Evaluation of the Effect of Surge Voltage on Outage Rate of Low-Voltage Distribution Feeders." Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), 2012.
- [28] Ley General de Residuos Sólidos N°27314, “Ley General de Residuos Sólidos”, Congreso de la República del Perú, 2000.
- [29] Resolución Ministerial 175-2008-MEM/DM, “Modifican el Código Nacional de Electricidad – Utilización”, Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008.

- [30] UNE-EN 60598-2-22, “Luminaires - Part 2-22: Particular requirements - Luminaires for emergency lighting”, Norma Europea, 2022.
- [31] NTP-IEC 60598-2-22, “Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia 2ª Edición”. Instituto Nacional de Normalización del Perú (INACAL), 2016.
- [32] NTP-ISO/IEC 17799. “EDI. Tecnología de la información. Código de buenas prácticas para la gestión de la seguridad de la información”, Instituto Nacional de Normalización del Perú (INACAL), 2007.
- [33] TIA 942-A. "Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (Edición A)." Telecommunications Industry Association (TIA), 2013.
- [34] EN 62040-03:2001, “Uninterruptible power systems (UPS) - Part 3: Method of specifying the performance and test requirements”, Norma Europea, 2001.