

APLICACIÓN DE LA GUIA DE ASHRAE 0 DE 2019 DEL PROCESO DE
COMMISSIONING PARA UN PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN DE
UNA SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS

LIDA MARIANA CASTAÑEDA CABRERA

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Ingeniería de Refrigeración y
Climatización

Director

DAVID ALFREDO FUENTES

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico mecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Especialización en Ingeniería de Refrigeración y Climatización

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

A IngemeQ SAS por su confianza y a la UIS por siempre facilitar le crecimiento académico y profesional a través de su Escuela de Ingeniería Mecánica.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	19
1.1 Objetivo General	19
1.2 Objetivos Específicos.....	19
2. Marco Teórico.....	20
2.1 Definición del Proceso	20
2.1.1 Etapas del Proceso	21
2.1.1.1 Planificación/Concepción.	21
2.1.1.2 Diseño.	22
2.1.1.3 Construcción.	23
2.1.1.4 Ocupación.	24
3. Resultados.....	26
3.1 Plan de Commissioning y Requerimientos de Acuerdo con la Norma ASHRAE.....	26
3.1.1 Plan de Commissioning Para Sistema HVAC de una UCI.....	26
3.1.1.1 Fase de pre-diseño.....	26
3.1.1.1.1 Definiciones especiales y roles en la fase de pre-diseño.	26
3.1.1.1.2 Conformación del comité de Commissioning asignando roles para cubrir el equipo mínimo	27
3.1.1.1.3 Desarrollo de los OPR por parte del equipo de Commissioning	28
3.1.2 Requisitos del Proyecto de la Unidad de Cuidados Intensivos.....	29
3.1.2.1 Definición del tipo de construcción.	29

3.1.2.2	Existencia de un sistema de aire acondicionado central para interconexión.	29
3.1.2.3	Tipo de tecnología a implementar.....	29
3.1.2.4	Disponibilidad de áreas para ubicación de equipos.	30
3.1.2.5	Materiales de construcción de la UCI.....	30
3.1.2.6	Espacio disponible para instalación de ductos de distribución de aire acondicionado....	31
3.1.2.7	Materiales aceptables para la construcción.....	31
3.1.2.8	Marcas aceptadas para la instalación	31
3.1.2.9	Eficiencia mínima aceptada para los equipos de aire acondicionado.....	31
3.1.2.10	Automatización del sistema de aire acondicionado	32
3.1.2.11	Número de cuartos de aislados y tipo de pacientes a internar en estos espacios.....	32
3.1.2.12	Requisitos de salud e higiene interior.	32
3.1.2.13	Alcance del diseño del sistema HVAC.....	33
3.1.2.14	Estudio de los OPR por parte del comité.....	33
3.1.2.15	Resumen de las recomendaciones del equipo sanitario	34
3.1.2.16	resumen de las recomendaciones del equipo de supervisión.....	34
3.1.2.17	Resumen de las recomendaciones del equipo de mantenimiento	34
3.2	Plan de Actividades de Gestión Documental y Fases del Proceso Commissioning.....	35
3.2.1	Análisis y Preparación del Informe de OPR con Observaciones, Sugerencias o Presentación de Conformidad con los OPR	35
3.2.2	Definición de los Criterios de Diseño.....	35
3.2.2.1	Criterios de diseño unidad de cuidados intensivos.	36
3.2.2.2	Cuartos aislados	37
3.2.2.3	Cuarto de Procedimientos.....	39

3.2.2.4 Consideraciones adicionales	40
3.2.3 Entregables Fase de Pre-Diseño.....	40
3.2.3.1 Adaptación de las actividades recomendadas para la fase de diseño del proyecto.....	41
3.2.3.2 Revisión general de los diseños presentados por el contratista diseñador.....	41
3.2.4 Entregables Fase de Diseño	42
3.3 Adaptación e Implementación de Actividades y Entregables: Guía 0 de 2019.....	42
3.3.1 Adaptación e Implementación de las Actividades Recomendadas y Entregables Para la Fase de Construcción del Proyecto.	43
3.3.1.1 Entregables.....	44
3.3.2. Adaptación las Actividades Recomendadas Para la Fase de Ocupación y Operación del Proyecto.	45
3.4 Informe de Resultados del Plan de Commissioning Aplicado al Caso Particular de una Sala de Cuidados Intensivos.	46
3.4.1 Comentarios Generales	46
3.4.2 Etapa de Prediseño y Diseño.....	49
Definiciones especiales y roles en las fases del commissioning.....	50
3.4.3 Etapa de Construcción	58
3.4.4 Ítems Inconclusos en la ejecución.....	66
3.4.5 Etapa de Operación	66
4. Conclusiones	73
5. Recomendaciones	74
Referencias Bibliográficas	75
Apéndices.....	78

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Formato de requisitos del cliente actualizado y aprobado.....	41
Tabla 2. Actividades del Commissioning en la fase de prediseño (Plan de Commissioning).....	47
Tabla 3. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos atendiendo recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.....	50
Tabla 4. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos, por encima de las recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.....	53
Tabla 5. Resumen de bases de diseño ajustados a OPR.	54
Tabla 6. Lista de chequeo de temas abordados durante las reuniones en la etapa de prediseño. .	55
Tabla 7. Lista de chequeo revisión de los diseños presentados en cumplimiento de los OPR y Criterios de diseño aprobados.....	56
Tabla 8. Formato de requisitos del cliente actualizado y aprobado.....	58
Tabla 9. Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC.....	59
Tabla 10. Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC.	60
Tabla 11. Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC.	61
Tabla 12. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-01. ..	62
Tabla 13. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-02. ..	63
Tabla 14. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-03. ..	64
Tabla 15. Formato de verificación de avance de equipos del sistema HVAC-01.	64
Tabla 16. Formato de visitas de verificación en obra.	65
Tabla 17. Formato de arranque de equipos.....	67

Tabla 18. Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC.	71
Tabla 19. Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI.....	72
Tabla 20. Formato de encuesta con personal mantenimiento de la UCI.	72
Tabla 21. Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC.	72

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Diagrama de flujo Fase de diseño en el Commissioning – ASHRAE 0-2013 (2013) ...	22
Figura 2 Diagrama de flujo fase de construcción en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)	23
Figura 3 Diagrama de flujo fase de ocupación en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)	24
Figura 4 Diagrama de flujo fase de operación en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)	25

Lista de Apéndices

Apéndice A. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos atendiendo recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.....	78
Apéndice B. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos, por encima de las recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.....	80
Apéndice C. Resumen de bases de diseño ajustados a OPR.....	81
Apéndice D. Actividades del Commissioning en la fase de prediseño (Plan de Commissioning).	82
Apéndice E. Lista de chequeo de temas abordados durante las reuniones en la etapa de prediseño.	85
Apéndice F. Lista de chequeo revisión de los diseños presentados en cumplimiento de los OPR y Criterios de diseño aprobados.....	86
Apéndice G. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-01.	88
Apéndice H. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-02.	89
Apéndice I. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-03.	90
Apéndice J. Formato de verificación de avance de equipos del sistema HVAC-01.....	91
Apéndice K. Formato de arranque de equipos.....	92
Apéndice L. Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC.....	94
Apéndice M. Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC....	95

Apéndice N. Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC. .	96
Apéndice O. Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC.	97
Apéndice P. Formato de visitas de verificación en obra.....	97
Apéndice Q. Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI.....	99
Apéndice R. Formato de encuesta con personal mantenimiento de la UCI.....	100
Apéndice S. Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC....	101

Glosario

COMMISSIONING: El Commissioning es un proceso de calidad basado en un método de verificación y documentación por parte de un tercero que avala que un edificio y sus sistemas han sido diseñados, instalados, probados, operados y serán mantenidos de acuerdo con los requerimientos del propietario y los más altos estándares de calidad y normativa aplicable, y puede ser implementado a cualquier sistema.

UCI: Unidad de Cuidados intensivos, es un área dedicada al servicio de terapia intensiva a pacientes con necesidades especiales de atención y supervisión médica.

VENTILACIÓN: Se define como el proceso por el cual se da la sustitución de una porción de aire, que se considera indeseable, por otra que aporta una mejora en pureza, temperatura, humedad, etc.

CLIMATIZACIÓN Dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad del aire y a veces también de presión, necesarias para la salud o la comodidad de quienes lo ocupan.

ACH - Cambios de aire por hora: Determina el volumen de aire que se incorporará, extraerá o renovará en un espacio cerrado, siendo un aspecto clave para la calidad del aire en interiores.

OACH cambios de aire exterior por hora: El índice de renovaciones de aire por hora (ACH) permite evaluar la eficiencia de un sistema de filtración en espacios interiores.

Resumen

Título: Aplicación de la guía de ASHRAE 0 de 2019 del proceso de Commissioning para un proyecto de climatización y ventilación de una sala de cuidados intensivos.

Autor: LIDA MARIANA CASTAÑEDA CABRERA

Palabras Clave: ASHRAE, Commissioning, Unidad de Cuidados Intensivos, Ventilación, climatización, ACH, OACH.

Descripción:

La reciente contingencia de la pandemia de Covid 19, trajo consigo la necesidad de conceptualizar, diseñar, adecuar, construir y operar sistemas de climatización en tiempos nunca antes vistos, de la idoneidad de estas soluciones depende la calidad de los servicios prestados por las unidades de cuidados intensivos, que deben cumplir con unos estándares mínimos de calidad de aire interior para todos los ocupantes de una UCI.

Algunos autores establecen que 9 de cada 10 proyectos de construcción presentan sobrecostos en Colombia y el mundo; según la cámara Colombiana de Infraestructura en 2019 el 60% de las obras tuvieron sobrecostos cercanos al 20%, y el 85% de las obras tuvieron retrasos. Como protagonista en todo este escenario, surgen los sistemas HVAC y de manera puntual en las UCI el aire se debe tratar cumpliendo las recomendaciones de eficiencia, efectividad e idoneidad técnica y económica. Dentro de las estrategias de gestión se destaca el proceso de Commissioning, definida por la Guideline 0-2019 ASHRAE como “Un proceso orientado a la calidad para alcanzar, verificar y documentar, que el desempeño de las instalaciones, sistemas y ensambles cumplan con los objetivos y criterios definidos previamente.” Esto representa una efectiva solución a la necesidad de asegurar proyectos complejos, cumpliendo con las expectativas técnicas y económicas, con usuarios conformes y con el correcto aprovechamiento de las instalaciones construidas.

Este proyecto pretende entregar una guía de procedimientos ajustada a las recomendaciones de ASHRAE y ejemplificar la implementación del proceso de Commissioning, en todas las fases de un proyecto de climatización para una sala de cuidados intensivos, de manera que se logren implementar alternativas que reduzcan la incidencia de errores, imprevistos y sobrecostos, desviaciones de las especificaciones técnicas o pérdida de la idoneidad de las soluciones construidas.

Abstract

Title: Application of the ASHRAE Guideline 0-2019 Commissioning Process for an Air Conditioning and Ventilation Project for an Intensive Care Unit.

Author: LIDA MARIANA CASTAÑEDA CABRERA

Keywords: ASHRAE, Commissioning, Intensive Care Unit, Ventilation, Air Conditioning, ACH, OACH.

Description:

The recent Covid-19 pandemic brought with it the need to conceptualize, design, adapt, construct, and operate air conditioning systems under unprecedented circumstances. The effectiveness of these solutions directly affects the quality of services provided by intensive care units (ICUs), which must meet minimum indoor air quality standards for all occupants. Some authors state that 9 out of 10 construction projects face cost overruns in Colombia and worldwide. According to the Colombian Chamber of Infrastructure in 2019, 60% of projects had cost overruns close to 20%, and 85% experienced delays. HVAC systems emerge as key players in this scenario, and specifically in ICUs, the air must be treated according to efficiency, effectiveness, and technical and economic suitability recommendations. Among management strategies, the Commissioning process stands out. Defined by ASHRAE's Guideline 0-2019 as "A quality-oriented process to achieve, verify, and document that the performance of facilities, systems, and assemblies meet the previously defined goals and criteria." This represents an effective solution to the need for ensuring complex projects meet technical and economic expectations, with satisfied users and the proper use of constructed facilities. This project aims to provide a procedural guide based on ASHRAE's recommendations and illustrate the implementation of the Commissioning process in all phases of an air conditioning project for an intensive care unit, ensuring the implementation of alternatives that reduce the incidence of errors, unforeseen events, cost overruns, deviations from technical specifications, or loss of suitability in the constructed solutions.

Introducción

La gestión de los proyectos es una de las actividades que más incidencia tiene en el éxito de la ejecución de los mismos, resolver los problemas y retos en la sociedad es la tarea de diferentes actores en la ciencia y la ingeniería, para ello existen asociaciones que proveen lineamientos y criterios de diseño, profesionales especialistas que se encargan de implementar dichas recomendaciones en sus desarrollos y diferentes metodologías orientadas a integrar las áreas de interés en una mismas obra o proyecto.

La ejecución de proyectos de infraestructura hospitalaria tiene un enorme impacto social, ya que los recursos que se destinan a la construcción de hospitales impactan no solo el presupuesto de la nación, sino el bienestar de millones de usuarios. Dentro del alcance de las instalaciones hospitalarias está la construcción y operación de sistemas de climatización que deben cumplir con estándares mínimos de calidad de aire interior, que protejan la vida de usuarios y personal sanitario, dependiendo del nivel de complejidad de las instituciones, se tendrán áreas más o menos especializadas dentro de los servicios de salud. Destaca dentro de estas áreas las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), en donde por la vulnerabilidad de los internados, se deben garantizar la calidad de aire al interior, para ello el estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a) define de forma clara los criterios de diseño a implementar en el desarrollo de proyectos de climatización que atiendan UCI.

Algunos autores y especialistas coinciden en que la mayoría de los proyectos de construcción en Colombia, aproximadamente el 90%, enfrentan sobrecostos. En línea con datos proporcionados por la Cámara Colombiana de Infraestructura, durante el año 2019, el 60% de las construcciones experimentaron sobrecostos que rondaron el 20%, mientras que el 85% de las obras registraron demoras en su ejecución (Perdomo, 2020). La pandemia de Covid 19, surgió como

catalizador a los problemas de las obras, pues, desarrollar todas las actividades propias de la ejecución, en tiempos tan cortos, con una planeación incorrecta, puede no solo generar sobrecostos y retrasos sino llevar a errores de ejecución que no permitan la habilitación a falta de cumplir con el estándar que indica la resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud y Protección Social (2019). Esta resolución integra el manual de inscripción de prestadores y habilitadores de servicios de salud en Colombia.

Como protagonista en todo este escenario, surgen los sistemas de aire acondicionado, que resultan esenciales en el manejo del aire que se respira dentro de las instalaciones hospitalarias, por ejemplo, para uso en unidades de cuidados intensivos, el aire se debe higienizar, renovar, enfriar, deshumidificar, transportar desde y hacia las diferentes áreas, además de integrar la solución en todas sus fases al desarrollo de la adecuación o construcción, la garantía del fácil y correcto mantenimiento y operación, además de una alta eficiencia que se traduzca en ahorros de energía durante la operación de los sistemas implementados. La mala gestión durante el desarrollo de un proyecto de climatización, bajo las condiciones ya mencionadas converge en sistemas que no satisfacen las necesidades básicas de operación, mucho menos las recomendaciones de eficiencia, efectividad e idoneidad técnica o económica.

Las metodologías de gestión conflictivas, incompletas que no logran integrar todas las necesidades del proyecto durante su concepción, proyección, ejecución y operación, sumado a los errores en la ejecución, los retrasos, los sobrecostos son algunos de problemas que acompañan la ejecución de las obras a nivel mundial (Rosenfeld, 2014).

A nivel nacional las instituciones de salud cuentan con 10.946 camas en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), debido a la emergencia sanitaria global por transmisión del virus SARS-Cov 2, se generó la necesidad de contar con un número mayor de UCIs para atender

pacientes en estado crítico, en un lapso realmente corto, dicha expansión, de casi el doble, se llevó a cabo en menos de 2 años; lo anterior según el Ministerio de Salud y Protección Social (2022) en los informes de gestión y cifras presentadas en la página web institucional. Esto da lugar al incremento del número de proyectos de diseño y construcción de estos centros.

Los proyectos de construcción de Unidades de Cuidados Intensivos, en el marco de la pandemia, estuvieron acompañados de una serie de cambios en las exigencias del cliente, pues en la medida en que los científicos descubrían cómo actuaba el virus, cambiaban las recomendaciones de cómo se debían adecuar los espacios para los cuidados de pacientes Covid-19, de tal manera, que la coordinación de las actividades en todas las fases del proyecto, pre-diseño, diseño, construcción, ocupación y operación debió ser precisa para lograr ejecutar las actividades conforme a las necesidades y cumplimiento con los cronogramas acordados.

Ya alejados del panorama del afán y la incertidumbre, surge la necesidad de correlacionar de forma clara los criterios de diseño de una unidad de cuidados intensivos y las recomendaciones del estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a), ya que ofrece un apoyo en donde se armoniza la necesidad de dilución de contaminantes a partir de la ventilación y renovación del aire acondicionado, con eficiencia energética debido al alto impacto del consumo de energía en los hospitales por parte de los sistemas de Aire Acondicionado. Con el fin de implementar de manera eficiente estos criterios, durante todas las fases del proyecto de climatización de una UCI, se hace necesario contar con una estrategia confiable que garantice que se tengan en cuenta dichas recomendaciones y diseños, de esta manera se puede realizar un seguimiento a la construcción y velar por el cumplimiento del diseño, además que la operación y el mantenimiento permitan que los sistemas HVAC operen de forma eficaz y eficiente.

Dentro de las diferentes estrategias de gestión se destaca el proceso de Commissioning definida por la guía 0-2005 de ASHRAE (2010), donde se describe como un procedimiento orientado a garantizar la calidad, cuyo propósito es lograr, comprobar y registrar que el rendimiento de los edificios, junto con sus sistemas y componentes, satisfaga los objetivos y criterios previamente establecidos. De forma que ejecutar la gestión del proyecto a través del proceso, con las características mínimas que definen el proceso ideal de Commissioning, representa una efectiva solución a la necesidad de asegurar proyectos complejos en poco tiempo, cumpliendo con las expectativas técnicas y económicas con usuarios conformes y con el correcto aprovechamiento de las instalaciones construidas.

El impacto del Commissioning en los proyectos en Estados Unidos en 2009, muestra un ahorro en costos de alrededor del 16% para edificios nuevos y 13% para edificaciones antiguas, debido a las acciones correctivas implementadas para subsanar deficiencias detectadas durante las distintas fases del proyecto (Crowe et al., 2020); Este proceso contribuye a la optimización de operaciones ineficientes y a la reducción del consumo energético, generando beneficios que perdurarán a lo largo de la vida útil de los equipos. Estos resultados evidencian que el Commissioning tiene una excelente relación costo-beneficio.

Este proyecto pretende entregar una guía de procedimientos ajustada a las recomendaciones de ASHRAE y ejemplificar la implementación del proceso de Commissioning, en todas las fases de un proyecto de climatización para una sala de cuidados intensivos, de manera que se logren implementar alternativas que reduzcan la incidencia de errores, imprevistos y sobrecostos, desviaciones de las especificaciones técnicas o pérdida de la idoneidad de las soluciones construidas; de esta manera se contribuye a que los proyectos se ejecuten con

conformidad de todos los involucrados antes, durante y después de la construcción de las instalaciones y sistemas HVAC entregados.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Adaptar las recomendaciones de la guía The Commissioning Process de ASHRAE guideline 0-2019, como herramienta para el aseguramiento del cumplimiento de las necesidades de un proyecto de climatización y ventilación de una Unidad de Cuidados Intensivos, en sus etapas de prediseño, diseño, construcción y operación del sistema.

1.2 Objetivos Específicos

Definir e integrar al plan de Commissioning, los requerimientos del proyecto de climatización para una sala de cuidados intensivos con base en las recomendaciones de ASHRAE

Desarrollar el plan actividades general de gestión documental, y verificación para todas las fases del proceso de Commissioning acordes a la guía 0 de 2019.

Adaptar e implementar las actividades y entregables la guía 0 de 2019 para el caso particular de una sala de cuidados intensivos

Presentar el informe de resultados del plan de Commissioning aplicado al caso particular de una sala de cuidados intensivos.

2. Marco Teórico

2.1 Definición del Proceso

El Commissioning es un proceso de calidad basado en un método de verificación y documentación por parte de un tercero que avala que un edificio y sus sistemas han sido diseñados, instalados, probados, operados y serán mantenidos de acuerdo con los requerimientos del propietario y los más altos estándares de calidad y normativa aplicable, y puede ser implementado a cualquier sistema.

El proceso de Commissioning (Cx) es recomendado para todo tipo de proyecto, incluyendo: construcciones nuevas y remodelaciones de gran magnitud, edificios existentes, interiores comerciales, estructura y envolvente (core and shell), centros educativos, centros de salud, centros de datos, edificios para la hospitalidad, establecimientos comerciales y viviendas.

Los sistemas que evalúa el proceso de Commissioning son: Aire Acondicionado y Controles, Iluminación y Controles, Sistemas de Distribución Eléctricos, Sistemas Hidráulico-Sanitario, Sistemas de Producción de Energía Renovable, y la Envolvente del Edificio. Estos sistemas se evalúan con referencia a normas internacionales como el ASHRAE y NIBS. Este proceso es verificado por un Agente de Commissioning (CxA) quien es la figura encargada de liderar el proceso. A través de su guía, dirige al equipo durante todo el proceso. Al ser una figura independiente del proyecto, el agente se asegura que no habrá conflicto de intereses y que las revisiones se llevarán a cabo de manera objetiva.

Este proceso aporta beneficios en todo el proceso de diseño, ejecución, gestión y uso de un edificio, a continuación, se mencionan algunos de estos:

- Disponibilidad y fiabilidad en los equipos e instalación, generando ambientes de confort y condiciones sanitarias apropiados

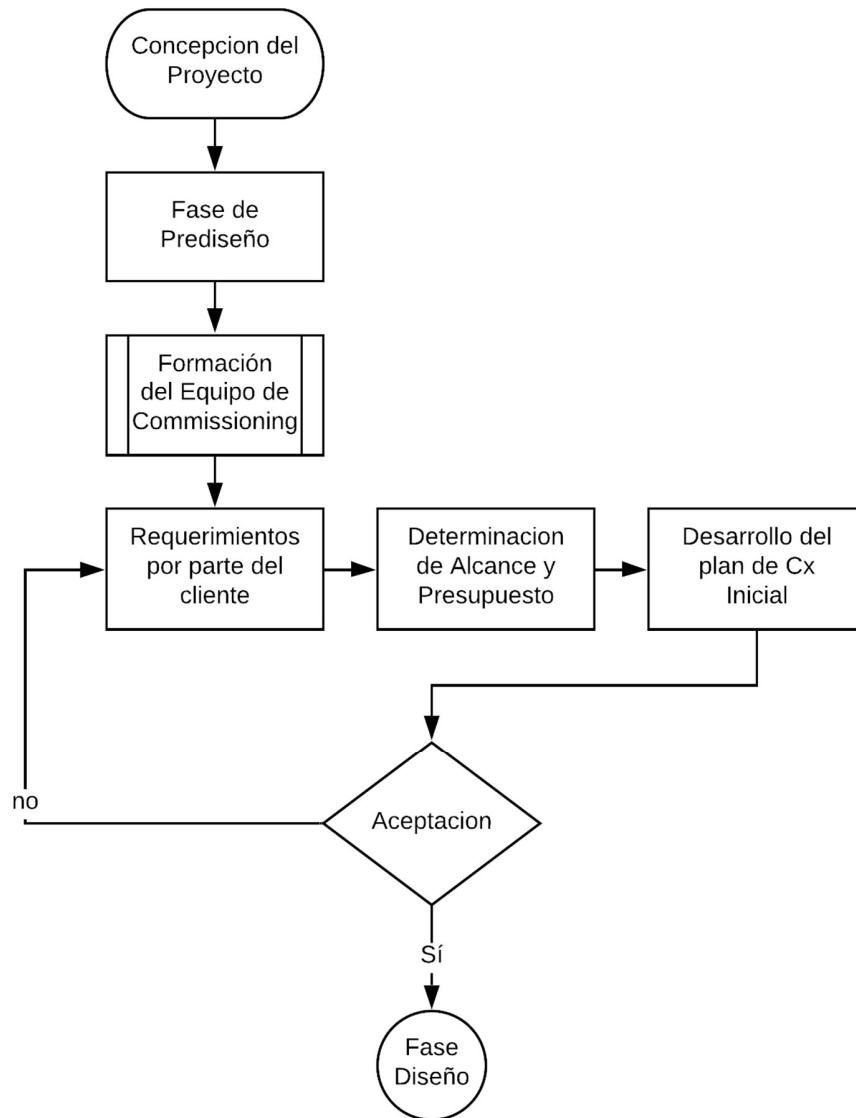
- Reducción del consumo energético total de la edificación
- Mejora en la seguridad, confort y productividad de los usuarios
- Optimización de la operación de los equipos
- Extensión de la vida útil de los elementos
- Documentación detallada que permite realizar acciones de mejora continua

Para lograr todos los beneficios que nos otorga realizar el Commissioning es necesario el reconocimiento e importancia del Agente de Commissioning, así como contar con el apoyo y apropiación del proceso por cada una de las partes involucradas, desde los contratistas hasta el usuario final, de manera que se mantenga una línea constante de flujo de trabajo bajo los mismos estándares de calidad establecidos.

2.1.1 Etapas del Proceso

De acuerdo con Sepúlveda (2019) el proceso de Commissioning en el proyecto de una edificación se implementa en 4 fases secuenciales: Planificación o concepción, Diseño, Construcción y Ocupación. A continuación, se describe cada (una de las fases y las actividades a realizar) uno de los elementos y actividades en las fases.

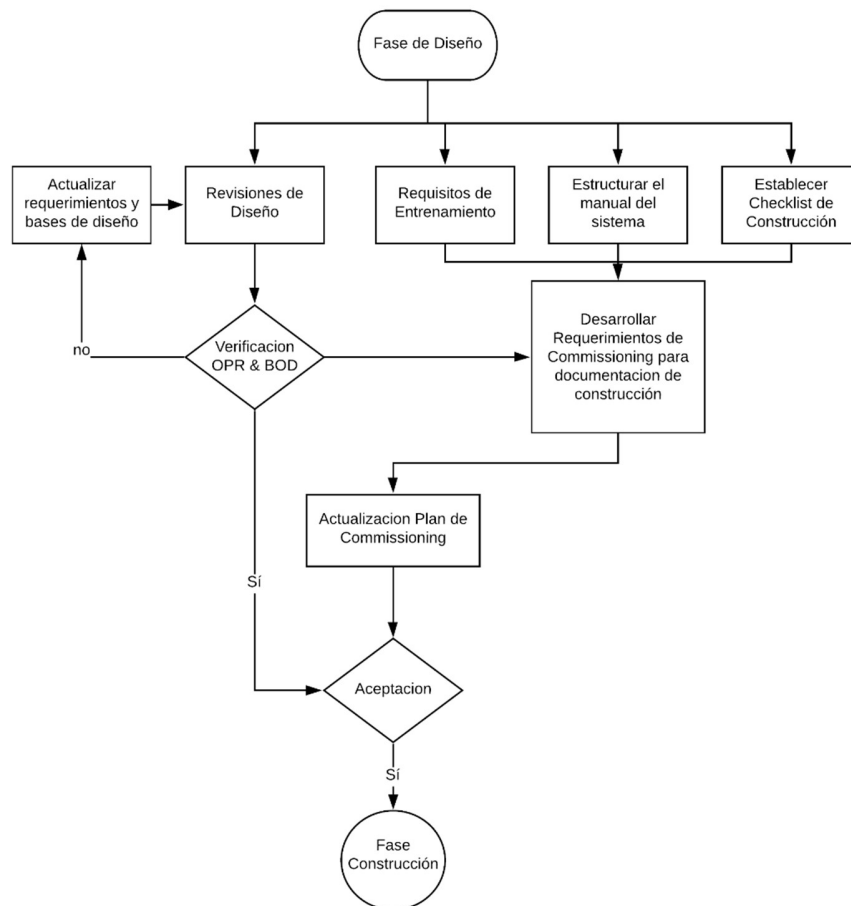
2.1.1.1 Planificación/Concepción. En esta fase es donde se inicializa todo el proceso de Commissioning. En esta fase se desarrollan y definen los requerimientos del cliente (OPR), se recoge información correspondiente al proyecto donde se encuentran los requerimientos del programa, códigos y regulaciones aplicables, contexto de la edificación, filosofía operacional, entre otros. Esta es una fase crítica en el proceso de Commissioning ya que la documentación de la OPR es la fundamentación para las fases de diseño, construcción y ocupación.

Figura 1 Diagrama de flujo Fase de diseño en el Commissioning – ASHRAE 0-2013 (2013)

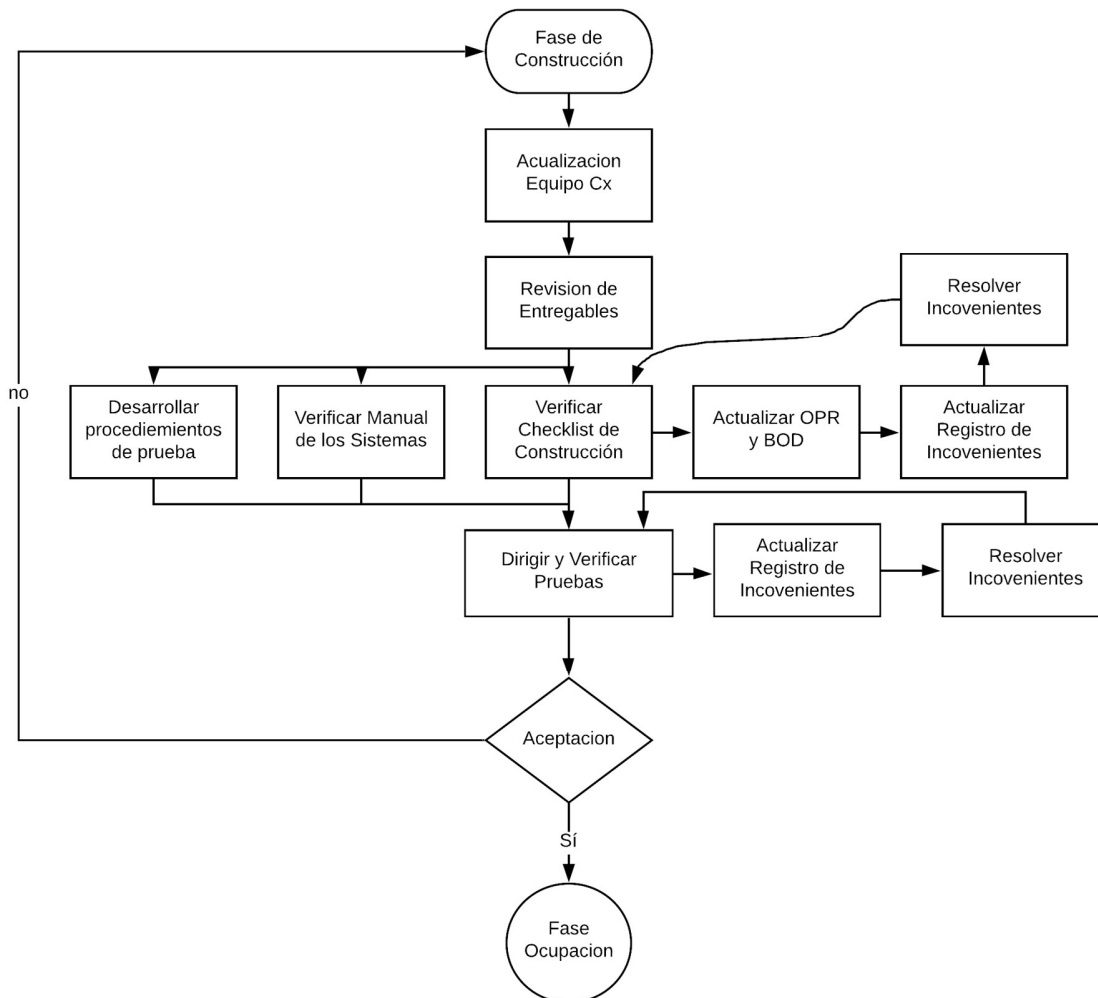
2.1.1.2 Diseño. Una vez terminada la planificación y con el desarrollo inicial del plan de Commissioning pasamos a la etapa de diseño, en donde se aplican los OPR a los documentos de construcción, generación el documento de Bases del Diseño (BOD), en donde se registra los parámetros de diseño y suposiciones realizadas para el desarrollo de la solución que cumpla con las indicaciones y criterios de los OPR. Se actualiza el documento del Cx con la descripción de los

sistemas, check list y manuales, que serán utilizados en las fases de construcción y Ocupación del proyecto.

Figura 2 Diagrama de flujo fase de construcción en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)

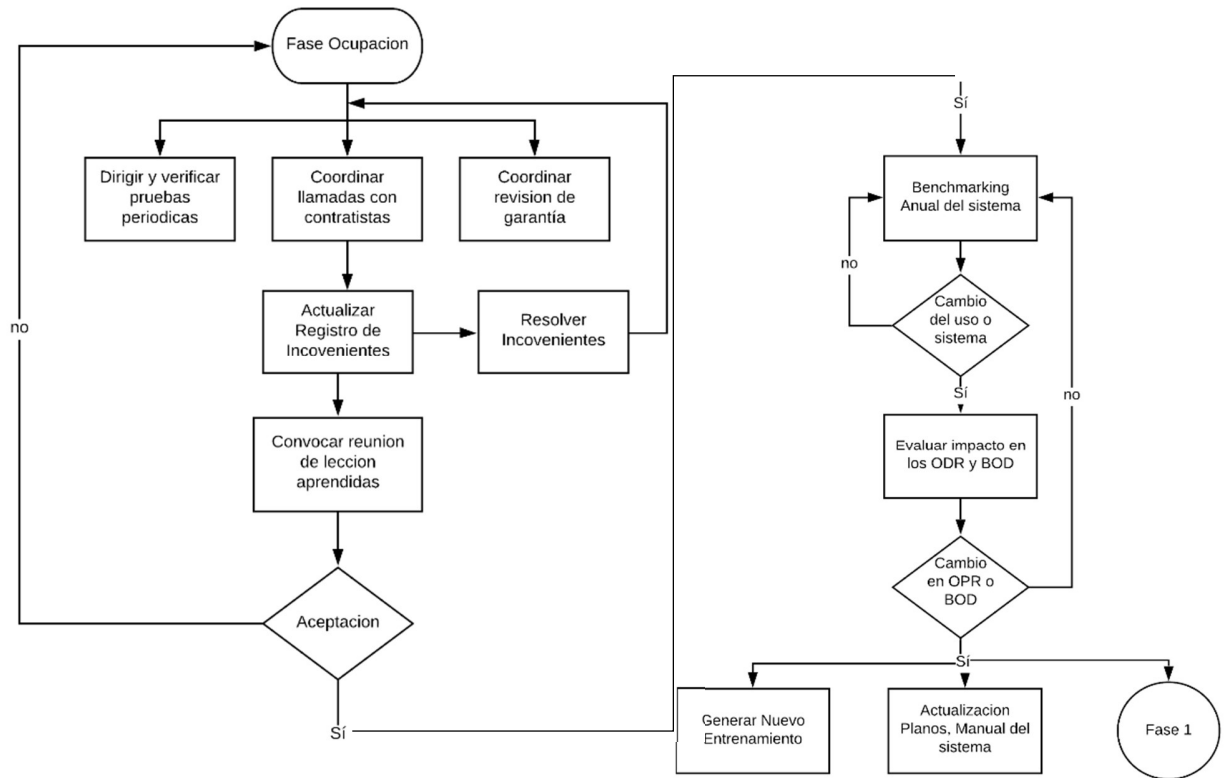


2.1.1.3 Construcción. Durante la fase de construcción del proyecto son instalados, inspeccionados, probados y puestos en marcha los distintos sistemas de manera que se cumplan los OPR. Adicionalmente se entrega el manual del sistema y se realiza el entrenamiento al personal de ocupación del edificio.

Figura 3 Diagrama de flujo fase de ocupación en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)

2.1.1.4 Ocupación. Finalmente se tiene la fase de ocupación y operación del proceso de commissioning, en donde todas las actividades del plan de Cx deben seguirse como mínimo hasta la finalización del periodo contractual/garantía e idealmente continuarse haciendo de manera que se garantice la correcta operación de cada uno de los sistemas. Durante esta fase la operación, mantenimiento y modificación de los sistemas, así como la documentación generada es verificada con respecto a los OPR.

Figura 4 Diagrama de flujo fase de operación en el Commissioning - ASHRAE 0-2013 (2013)



3. Resultados

3.1 Plan de Commissioning y Requerimientos de Acuerdo con la Norma ASHRAE

3.1.1 Plan de Commissioning Para Sistema HVAC de una UCI

Para ejemplificar la implementación de la metodología de Commissioning se realiza el comisionamiento de todas las fases de ejecución de una unidad de cuidados intensivos pediátrica del Hospital Universitario de Santander (HUS) en cumplimiento de las recomendaciones del estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a). Sin embargo, el plan de comisionamiento fruto de esta monografía aporta los objetivos del Proceso de Commissioning para que pueda utilizarse como base común para el seguimiento de otras normativas internacionales según la preferencia de los diseñadores de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica.

3.1.1.1 Fase de pre-diseño. En esta fase de diseño se van a plantear todas las variables necesarias para construir el sistema de aire acondicionado de una unidad de cuidados intensivos. Se definen en esta fase también y detallan las recomendaciones del estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a), para la climatización de las salas de cuidados intensivos e integrarlos a los requerimientos del dueño del proyecto.

3.1.1.1.1 Definiciones especiales y roles en la fase de pre-diseño.

DP (DIRECTOR DEL PROYECTO) Es la persona encargada de dar las directrices para el desarrollo del proyecto.

GC (GERENTE DE COMMISSIONING) Es la persona encargada de formular, y ejecutar el plan de Commissioning.

CD (CONTRATISTA DE DISEÑO) Es la persona encargada de realizar el diseño del sistema HVAC de la Unidad de Cuidados intensivos.

Estos roles son primero introducidos en el pre-diseño y continúan a través de todas las fases del proyecto.

3.1.1.1.2 Conformación del comité de Commissioning asignando roles para cubrir el equipo mínimo. El primer paso es asignar los roles a los miembros del comité de Commissioning, cada rol exige unos conocimientos mínimos para el desempeño efectivo del rol, cada uno llevará a cabo las tareas que permitirá cumplir a satisfacción el plan de comisionamiento.

Director del proyecto: Debe tener acceso a la información general del proyecto, las necesidades constructivas, los requerimientos del dueño del proyecto, la integración y armonización de todas las especialidades en todas las etapas del proyecto.

Gerente de Commissioning: Debe tener conocimiento sobre la naturaleza del proyecto, los requerimientos del dueño del proyecto, los criterios de diseño y el detalle de la formulación y seguimiento del proceso de Commissioning y cumplimiento del mismo en todas las etapas del desarrollo del proyecto.

Contratista de Diseño: Debe tener una profesión acorde con la naturaleza del proyecto, Ingeniero Mecánico de profesión con experiencia en diseño de sistemas HVAC Hospitalarios incluyendo UCI, además del manejo del estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a) o norma similar aprobada para el desarrollo del proyecto.

En esta fase los miembros del equipo deben estar disponibles para asistir a reuniones y contar con la autonomía para tomar decisiones vinculantes durante el desarrollo del proyecto.

Es importante que el dueño del proyecto entregue al director del proyecto toda la información relevante del proyecto, y disponga de acceso a colaboradores dentro del hospital, esto es el comité médico, cuerpo de enfermeras entre otras que puedan ofrecer una retroalimentación, habilitador, y cualquier personal o información que pudiese impactar en el desarrollo y eventual reformulación de los OPR.

3.1.1.1.3 Desarrollo de los OPR por parte del equipo de Commissioning. Los OPR son el documento más importante para el desarrollo del plan de Commissioning, ya que en este documento quedan plasmadas las bases de diseño y los aspectos necesarios para la fase de construcción, operación y mantenimiento, con base en este documento se realiza el seguimiento y control del avance del desarrollo del proyecto, se debe contar con el apoyo del personal de operación del dueño del proyecto, es decir, el personal médico, personal de mantenimiento, equipo de arquitectura que desarrolla el diseño de la UCI y todo aquel que pueda aportar información valiosa sobre las necesidades durante la operación y mantenimiento de la Unidad de Cuidados Intensivos.

A continuación, se propone un formato básico de OPR para iniciar la formulación de estos, sin embargo, durante las entrevistas y reuniones del equipo de Commissioning se pueden adherir más actividades o modificarse en el momento en que se evidencie que son relevantes.

Indicador: Reuniones del equipo de Commissioning

- Mesas técnicas equipo de Commissioning
- Durante el desarrollo de fase de desarrollo de los OPR se realizan 12 reuniones para discutir los requisitos.

- En estas reuniones se analizan los diseños presentados y la constructibilidad actual de la obra.
- En la primera reunión se establece la naturaleza del proyecto y los aspectos relevantes que el dueño del proyecto desee transmitir al equipo de Commissioning.
- De cada una de las reuniones se dejaron claros los criterios de diseño y los OPR.
- Actas de reunión, se diligencian los formatos de asistencia a reuniones de la interventoría o el apoyo técnico de la supervisión del dueño del proyecto.

3.1.2 Requisitos del Proyecto de la Unidad de Cuidados Intensivos

3.1.2.1 Definición del tipo de construcción. En caso de ser un proyecto nuevo se debe realizar la presentación de la arquitectura del proyecto, se genera la primera interacción entre el comité del proyecto con el arquitecto del proyecto. En este caso es un proyecto ya construido se programa una visita de obra para determinar la realidad arquitectónica del proyecto y las necesidades constructivas del sistema HVAC, rutas de acometidas, ductos y tuberías dentro de la edificación existente. (Ver Apéndice A).

3.1.2.2 Existencia de un sistema de aire acondicionado central para interconexión. Se debe indagar si el hospital cuenta con un sistema central al que se pueda realizar la interconexión del sistema a instalar para la UCI.

3.1.2.3 Tipo de tecnología a implementar. Generalmente en ambientes hospitalarios se implementan sistemas de agua helada, sin embargo, es posible encontrar sistemas de expansión

directa como alternativa, para cualquiera de los dos casos se debe realizar un estudio de disponibilidad del sistema preexistente y se deben definir las áreas de instalación de equipos.

3.1.2.4 Disponibilidad de áreas para ubicación de equipos. Se deben tener alternativas para la ubicación de los equipos de aire acondicionado en donde se tengan premisas como:

- Las unidades manejadoras de aire solo se ubicarán dentro de la unidad de cuidados intensivos en cuartos de máquinas insonorizadas.
- Se deben garantizar los espacios mínimos libres alrededor del equipo para realizar las rutinas de mantenimiento de forma cómoda y segura.
- Accesibilidad para atención de equipos instalados, monitoreo u otras actividades que exijan personal interviniendo los equipos instalados.
- Peso de los equipos en operación que puedan incidir en la estabilidad de las placas o estructuras que soportan el peso de los equipos.
- Niveles de ruido, impacto de ruido y vibraciones en usuarios en zonas cercanas al lugar de ubicación de los equipos.

De forma general la recomendación es que los equipos de aire acondicionado se ubiquen en terrazas técnicas que tengan fácil acceso y que no intervengan con las actividades médicas propias de una unidad de cuidados intensivos.

En caso de ser un proyecto nuevo se recomienda implementar sistemas de agua helada con una automatización que permita la gestión eficaz del consumo de energía del sistema HVAC.

3.1.2.5 Materiales de construcción de la UCI. Se debe recibir información clara sobre tipo de material de construcción de muros, ventanas, techos y cielo falso.

3.1.2.6 Espacio disponible para instalación de ductos de distribución de aire acondicionado. Se debe definir de manera clara la altura entre cielo falso y placa disponible para la instalación de ductos, así como la existencia de vigas estructurales que puedan limitar la altura libre mencionada.

3.1.2.7 Materiales aceptables para la construcción. Se definen los materiales para la construcción de ductos, tuberías, rejillas, y demás materiales requeridos durante la fase de construcción. Como se trata de una aplicación hospitalaria, los ductos deben ser de lámina galvanizada cumpliendo las recomendaciones de la Asociación Nacional de Contratistas de Chapa y Aire Acondicionad (SMACNA, 2020). Los equipos deberán ser doble pared para evitar la formación de biofilm o colonias de microorganismos que proliferen agentes patógenos en el aire que circula por la unidad manejadora de aire.

3.1.2.8 Marcas aceptadas para la instalación. Se definen las marcas que se podrán presentar dentro de las selecciones de equipos, cuando se trata de hospitales ya construidos, se debe validar las marcas existentes para contribuir con el programa de mantenimiento manteniendo la marca del hospital o las recomendaciones de no uso de equipo con malas experiencias para el área de mantenimiento.

3.1.2.9 Eficiencia mínima aceptada para los equipos de aire acondicionado. Se deben definir los estándares mínimos de eficiencia para los sistemas de aire acondicionado, de esta manera se deberán contemplar estrategias de ahorro de energía e integrarlas a la automatización

de los sistemas, proyectar la necesidad de instrumentos, controles adicionales y actuadores, recomendaciones a la arquitectura para implementación de materiales en la envolvente de la UCI.

3.1.2.10 Automatización del sistema de aire acondicionado. Se debe definir de manera clara los instrumentos aceptados y el alcance de la automatización de los sistemas HVAC, que puede ser tan básica como el encendido y apagado de los equipos a través de interruptor eléctrico, un termostato o un tablero de control con un kit de instrumentación para una rutina de control específica, así como la integración de dichos tableros a un eventual supervisor en el edificio.

3.1.2.11 Número de cuartos de aislados y tipo de pacientes a internar en estos espacios. Se debe definir de manera clara la ubicación de los cuartos de aislados, tener claro si el uso será para pacientes inmunodeprimidos, es decir pacientes que tienen el sistema inmunológico vulnerable y cualquier virus o bacterias pudiese representar una amenaza contra su vida, en este caso la relación de presión del cuarto respecto a los alrededores debe ser positiva, y nada debe ingresar al cuarto. En caso de que el paciente sea infectocontagioso, la relación de presión debe ser negativa y se evitará que el aire dentro del cuarto salga a contaminar la UCI.

3.1.2.12 Requisitos de salud e higiene interior. Por ser una unidad de cuidados intensivos se deben abordar estrategias para mantener limpios los equipos de aire acondicionado, dentro de ello además de los niveles de filtración recomendados, se puede plantear el uso de lámparas de radiación ultravioleta en serpentines, ya que esta estrategia mantiene estos elementos libres de biofilm impactando positivamente en la higiene del aire que se mueve sobre el serpentín y se impulsa hacia los difusores de las diferentes áreas, esta estrategia también mejora el desempeño

de la transferencia de calor en el serpentín ya que los coeficientes de transferencia de calor del mismo se mantienen cerca de los valores de diseño.

En esta etapa se debe definir las estrategias para el manejo del aire en los cuartos de aislados, espacios que tienen un manejo espacial del aire y requieren un sistema de aire acondicionado automatizado independiente para el manejo de la climatización. Aquí se debe definir si se van a tener sistemas de presurización, que deben ser armonizados con la arquitectura, es decir, si se van a tener cuartos de aislados presurizados, se deben tener muros, ventanas, puertas, cielo falso apagadores, toma corrientes, tomas de gases medicinales, iluminación con acabados herméticos, además de una antesala.

3.1.2.13 Alcance del diseño del sistema HVAC. Se definen los entregables por parte del contratista Diseñador durante la fase de diseño, así como el cronograma de diseño.

3.1.2.14 Estudio de los OPR por parte del comité. En esta etapa se reciben los OPR, estos requerimientos del cliente (OPR), recoge información correspondiente al proyecto, aquí se encuentran los requerimientos del programa, códigos y regulaciones aplicables, contexto de la edificación, filosofía operacional, entre otros. Esta es una fase crítica en el proceso de Commissioning ya que la documentación de la OPR es la fundamentación para las fases de diseño, construcción y ocupación.

Durante la fase de estudio de los OPR se realiza una socialización con el personal sanitario que presta sus recomendaciones.

Recomendaciones del comité científico del Hospital.

Como resultado de la revisión de las necesidades de la Unidad de Cuidados Intensivos.

Recomendaciones del equipo de mantenimiento del hospital.

3.1.2.15 Resumen de las recomendaciones del equipo sanitario. En el área de preparación de fórmulas, por la complejidad de preparación de alimentos para los bebés en incubadora, se recomienda tener suministro de aire con nivel de filtración de un filtro HEPA (High-Efficiency Particulate Air), así se asegura la no contaminación de los alimentos que se usan en niños con alta vulnerabilidad física.

3.1.2.16 resumen de las recomendaciones del equipo de supervisión. Se deben reutilizar los ductos que fueron instalados inicialmente en la UCI, ya que evitar el detrimento patrimonial es una obligación del hospital, se solicita al personal de diseño que como criterio de diseño se reutilicen los ductos existentes que cuentan con un aval para su reutilización por el buen estado en el que se encuentran.

No se pueden incluir más de un equipo para atender la unidad de cuidados intensivos, por exceder el costo del proyecto.

No se pueden incluir indicadores locales de presión diferencial por exceder los costos del proyecto, en cambio se debe asegurar un balaceo preciso durante el arranque de los equipos.

3.1.2.17 Resumen de las recomendaciones del equipo de mantenimiento. La unidad manejadora debe ser marca TECAM, ya que las otras unidades existentes son de esta marca y eso facilita la gestión del mantenimiento al tener repuestos para una sola marca y prácticas de mantenimiento que ya son conocidas por el personal de esta división. Todas las recomendaciones quedaron plasmadas en las actas de reunión y son el soporte del control y cambio de los OPR.

3.2 Plan de Actividades de Gestión Documental y Fases del Proceso Commissioning

3.2.1 Análisis y Preparación del Informe de OPR con Observaciones, Sugerencias o Presentación de Conformidad con los OPR

Una vez analizados y conformados los documentos de los OPR se realiza la aprobación del documento final con los requisitos del dueño del proyecto, para que el contratista diseñador realice la proyección de su ingeniería conceptual, cumpliendo con los OPR, además del director del proyecto que tendrá la responsabilidad de integrar con las otras especialidades del proyecto las necesidades que se derivan del sistema de aire acondicionado cumpliendo con los OPR planteados. (Ver Apéndice B).

3.2.2 Definición de los Criterios de Diseño.

Como ya se ha mencionado la normatividad a aplicar está dada por ASHRAE estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a) y las guías, normas y estándares que fundamentan dicho estándar, a continuación, se listan los documentos técnicos mínimos recomendados.

Para el diseño, la construcción y cualquier etapa del proyecto, se seguirá y aplicará la última edición y adenda vigente de los códigos y estándares listados a continuación, los cuales hacen parte de este informe. Los parámetros de diseño y construcción deben estar acordes con las normas de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), principalmente:

- ASHRAE HANDBOOK – Fundamentals 2021 (2021)
- ANSI/ASHE/ASHRAE 170-2021 (2022a)
- ANSI/ASHRAE 55-2023 (2023a)

- ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Ventilation for acceptable indoor air quality (2022b).
- ASHRAE Handbook: "HVAC Applications": Sound and Vibration Control (2023b)
- Ultraviolet Germicidal Irradiation handbook, (Kowalski, 2010)

Con estas guías y normas, anteriormente relacionadas, se procede a definir los criterios de diseño y generar los entregables correspondientes de las fases de pre-diseño y diseño.

3.2.2.1 Criterios de diseño unidad de cuidados intensivos. Para este punto a trabajar es de vital importancia seguir las guías y normas vigentes para el diseño, construcción y puesta en marcha de la UCI.

Requisitos Generales:

Las UCI deben ser ventiladas de acuerdo con la Tabla 7-1 del estándar.

La ventilación debe proporcionar movimiento de aire desde áreas limpias hacia áreas menos limpias. Los sistemas de ventilación deben mantener las relaciones de presión requeridas y los cambios de aire mínimos necesarios.

Parámetros de Diseño:

- Temperatura de Diseño: 70-75°F (21-24°C).
- Humedad Relativa de Diseño: Máximo 60%.
- Eficiencia Mínima de Filtros: MERV-14.
- Reducción de Ventilación en Desocupación: Permitido.
- Recirculación de Aire por Unidades de Habitación: No permitido.
- Todo el Aire de la Habitación Exhaustado Directamente al Exterior: No requerido.

- Cambios de Aire Totales Mínimos por Hora (ACH): 6.
- Cambios de Aire Exteriores Mínimos por Hora (ACH): 2.
- Relación de Presión con Áreas Adyacentes: No requerido.

Requisitos Específicos para Unidades de Cuidados Intensivos de Heridas (Unidades de Quemados): Las habitaciones de unidades de quemados que requieren humidificadores deben tener control individual de humedad.

Estos requisitos aseguran un ambiente controlado que minimiza el riesgo de infecciones y proporciona condiciones adecuadas para la recuperación de los pacientes en cuidados intensivos.

Ahora bien, dentro de las unidades de cuidados intensivos se encuentran dos áreas adicionales de especial cuidado y manejo del aire por la criticidad bien sea de los pacientes tratados o de los procesos desarrollados, estos son los cuartos de aislados y el cuarto de procedimientos.

3.2.2.2 Cuartos aislados. Las habitaciones de aislamiento de infecciones transmitidas por el aire (AII) deben cumplir con los siguientes requisitos según el estándar ANSI/ASHRAE/ASHE 170-2021 (2022a):

Requisitos Generales:

Las habitaciones AII deben ser ventiladas de acuerdo con la Tabla 7-1 del estándar.

Deben tener un dispositivo instalado permanentemente para monitorear constantemente la presión diferencial entre la habitación y el corredor.

Se debe proporcionar un medio visual local para indicar cuando no se mantiene la presión negativa.

Parámetros de Diseño:

- Temperatura de Diseño: 70-75°F (21-24°C).
- Humedad Relativa de Diseño: Máximo 60%.
- Eficiencia Mínima de Filtros: MERV-14.
- Reducción de Ventilación en Desocupación: Permitido.
- Recirculación de Aire por Unidades de Habitación: No permitido.
- Todo el Aire de la Habitación Exhaustado Directamente al Exterior: Sí.
- Cambios de Aire Totales Mínimos por Hora (ACH): 12.
- Cambios de Aire Exteriores Mínimos por Hora (ACH): 2.
- Relación de Presión con Áreas Adyacentes: Negativa. (Pacientes infectocontagiosos).

Requisitos Específicos:

Todo el aire de escape de las habitaciones AII, las antecámaras y los baños asociados debe ser descargado directamente al exterior sin mezclarse con el aire de escape de cualquier otra habitación y mucho menos al sistema de escape general.

Las rejillas o registros de escape en la habitación del paciente deben estar ubicados directamente sobre la cama del paciente, en el techo o en la pared cerca de la cabecera de la cama.

La presión diferencial entre las habitaciones AII y los espacios adyacentes que no son AII debe ser de al menos -0.01 pulgadas de agua (-2.5 Pa).

Antecámaras:

Si se proporciona una antecámara, las relaciones de presión deben ser:

La habitación AII debe estar a una presión negativa con respecto a la antecámara.

La antecámara debe estar a una presión negativa con respecto al corredor.

Estos requisitos aseguran un ambiente controlado que minimiza el riesgo de transmisión de infecciones por vía aérea y proporciona condiciones adecuadas para el aislamiento de pacientes con enfermedades infecciosas.

3.2.2.3 Cuarto de Procedimientos. Las salas de procedimientos deben cumplir con los siguientes requisitos según el estándar ANSI/ASHRAE/ASHE 170-2021 (2022a).

Requisitos Generales:

- Las salas de procedimientos deben ser ventiladas de acuerdo con la Tabla 7-1 del estándar.
- La ventilación debe proporcionar movimiento de aire desde áreas limpias hacia áreas menos limpias.
- Los sistemas de ventilación deben mantener las relaciones de presión requeridas y los cambios de aire mínimos necesarios.

Parámetros de Diseño:

- Temperatura de Diseño: 70-75°F (21-24°C).
- Humedad Relativa de Diseño: Máximo 60%.
- Eficiencia Mínima de Filtros: MERV-14.
- Reducción de Ventilación en Desocupación: Permitido.
- Recirculación de Aire por Unidades de Habitación: No permitido.
- Todo el Aire de la Habitación Exhaustado Directamente al Exterior: No requerido.
- Cambios de Aire Totales Mínimos por Hora (ACH): 15.
- Cambios de Aire Exteriores Mínimos por Hora (ACH): 3.

- Relación de Presión con Áreas Adyacentes: Positiva.

Requisitos Específicos:

- Las salas de procedimientos deben tener un control individual de temperatura.
- Las rejillas de suministro de aire deben cumplir con los requisitos de la Tabla 6-2.
- En las salas de procedimientos, la calefacción debe proporcionarse mediante aire de suministro o paneles radiantes que cumplan con los requisitos de la Sección 6.5.3.

3.2.2.4 Consideraciones adicionales. Las salas de procedimientos utilizadas para broncoscopias deben tratarse como salas de broncoscopias. Las salas de procedimientos utilizadas para procedimientos con óxido nitroso deben contener disposiciones para la extracción de gases anestésicos residuales. Estos requisitos aseguran un ambiente controlado que minimiza el riesgo de infecciones y proporciona condiciones adecuadas para la realización de procedimientos médicos. (Ver Apéndices C, D y E).

Una vez definidos los criterios de diseño y su respectiva documentación o entregables, se continúa con la elaboración de los entregables de la fase de pre-diseño.

3.2.3 Entregables Fase de Pre-Diseño

- Formato de Requisitos del cliente actualizado y aprobado.
- Informe de reuniones y comunicaciones durante la fase de prediseño
- Plan de Commissioning actualizado y aprobado.
- Criterios de diseño actualizados y aprobados.

3.2.3.1 Adaptación de las actividades recomendadas para la fase de diseño del proyecto.

En esta etapa se inician las actividades de diseño, que deberán realizarse de forma que se cumplan los OPR desarrollados en la etapa de prediseño, la documentación técnica, bitácoras y controles de cambio respectivos, así como los formatos para pruebas en sitio, para sistemas y equipos.

3.2.3.2 Revisión general de los diseños presentados por el contratista diseñador. En esta fase del diseño se deben dejar todos los documentos de ingeniería revisados y aprobados para construcción incluyendo los documentos necesarios para la fase de operación. Para ello se debe realizar una revisión de los documentos entregados con el contratista diseñador, validar la cantidad y calidad de los documentos entregados, realizando la verificación del cumplimiento de los Criterios de diseño aprobados junto con los requisitos del proyecto. (Ver Apéndice F).

Las listas de chequeo mostradas (Ver Apéndices G, H, I, J, K, L) son la base de verificación y seguimiento, en caso de presentar incumplimientos o inconformidades se deben generar las respectivas correcciones y debe quedar en la bitácora y actas de reuniones o comunicaciones el control de cambios y fechas con compromisos para subsanación claros.

Tabla 1. Formato de requisitos del cliente actualizado y aprobado

<i>Tema</i>	<i>Entregable</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
<i>Plan de Commissioning actualizado</i>	<i>Plan de Commissioning</i>	x	
<i>OPR Actualizados</i>	<i>OPR</i>	x	
<i>Bases de diseño Actualizadas</i>	<i>Bases de diseño</i>	x	
<i>Lista de chequeo de verificación de cumplimiento de OPR y bases de diseño de los entregables de los documentos de ingeniería</i>	<i>Lista de chequeo y control de cambios entregables de ingeniería</i>	x	

<i>Tema</i>	<i>Entregable</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
<i>Documentos de ingeniería aprobados para construcción</i>	<i>Documentos de ingeniería copia impresa y digital</i>	x	—
<i>Validación de características técnicas para construcción de equipos</i>	<i>Formato de aprobación de selección de equipos</i>	x	
<i>Pruebas de inspección y arranque de equipos</i>	<i>Formato de pruebas y arranque de equipos</i>	x	
<i>Entrenamiento y capacitación del personal de O&M</i>	<i>Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto</i>	x	
	<i>Bitácora de obra</i>		—
<i>Control de cambios</i>	<i>Informe de control de cambios</i>	x	

3.2.4 Entregables Fase de Diseño

- Formato de Requisitos del cliente actualizado y aprobado.
- Informe de reuniones y comunicaciones durante la fase de diseño
- Plan de Commissioning actualizado y aprobado.
- Criterios de diseño actualizados y aprobados
- Documentos de ingeniería aprobados para construcción
- Lista de chequeo de análisis de documentos de ingeniería
- Formato de selección de equipos para fabricación
- Formato para inspección de equipos
- Formato de verificación de avance y cumplimiento de calidad en obra
- Formato de pruebas de arranque del sistema HVAC
- Formato de entrenamiento del personal O&M.

3.3 Adaptación e Implementación de Actividades y Entregables: Guía 0 de 2019

Para el desarrollo de este objetivo se ajustan las actividades y entregables de la guía 0 de 2019 para su implementación.

3.3.1 Adaptación e Implementación de las Actividades Recomendadas y Entregables Para la Fase de Construcción del Proyecto.

Durante la construcción se pueden presentar discrepancias que requieran una rápida gestión de las actividades con el fin de no presentar atrasos ni pérdidas de calidad, funcionalidad y cantidad o dinero para ninguna de las partes, para asegurar el éxito de esta fase la directriz propone que se realicen actividades específicas y se desarrollen entregables que serán desarrollados acorde a la guía.

Como primera medida se debe realizar una reunión de inicio de actividades en donde se incluya el residente de obra y el comité de Commissioning a fin de socializar los requerimientos del cliente, los criterios de diseño, el plan de Commissioning y los documentos de ingeniería.

Una vez en obra se deben validar previo a la adquisición de los equipos que el formato de selección de equipos sea diligenciado y presentado previo a enviar ordenes de compras para los equipos, solo se podrán comprar equipos que cuenten con el aval posterior a la revisión del formato en mención.

El siguiente paso es validar que las cuadrillas de instalación cuentan con la información actualizada para la construcción de los subsistemas (Ver Apéndices M, N y O).

Una vez realizadas las ordenes de compras de equipos se viabilizará el inicio de actividades, en donde las cuadrillas HVAC encargadas de ejecutar las tareas, deberá validarse que realizan las tareas acordes a los documentos técnicos del proyecto, para ello se deben realizar visitas semanales de obra en donde se validará los avances y el cumplimiento de los OPR y criterios de diseño.

Toda visita deberá ser diligenciada en los formatos de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC para cada uno de los subsistemas y así mismo diligenciar el formato de visitas de obra y la bitácora de obra sin excepción.

Esto garantiza el cumplimiento del plan de Commissioning y a su vez mantiene una trazabilidad clara del avance de la ejecución del proyecto. (Ver Apéndice P).

En esta etapa del proyecto las actividades de verificación y seguimiento son de gran importancia, ya que en esta etapa pueden presentarse la mayor cantidad de imprevistos que puedan llevar a desviaciones del diseño que inciden de manera negativa en la calidad del proyecto final, no quiere decir que no se puedan presentar desviaciones al diseño inicial, el problema está en la no actualización del control de cambios y en los ajustes que se deban conciliar con otras especialidades, con las características de los equipos o con el cambio de cantidades o especificaciones que pudiesen impactar no solo a nivel de especificaciones el proyecto, sino a nivel económico.

Para mantener al día la fase de construcción es importante seguir el plan de Commissioning de forma impecable y documentar correctamente cada una de las acciones de seguimiento y verificación realizadas durante esta etapa del proyecto.

3.3.1.1 Entregables

- Formatos de pruebas y arranque de equipos y sistemas.
- Formato de Balanceo de redes de ductos.
- Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC.
- Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC.
- Formato de asistencia socialización de Equipos del sistema HVAC.
- Formato de visita de verificación en obra.

3.3.2. Adaptación las Actividades Recomendadas Para la Fase de Ocupación y Operación del Proyecto.

Una vez que se entregue la obra construida al cliente, este deberá ocuparla y operarla, mantenerla y preservar su funcionalidad a lo largo de su vida útil. El Commissioning en esta etapa permite mantener la capacidad y eficiencia operativa del sistema instalado, pretende a través de actividades específicas asegurar que el sistema se operará de la mejor manera y que siempre responda a los requisitos del cliente planteados en la etapa de prediseño. De igual forma durante esta etapa se debe realizar el cierre del proceso de Commissioning.

Para asegurar esta etapa del proyecto se adaptarán las actividades recomendadas por la guía para el personal en sitio, modo de uso y disponibilidad de personal para atender fallas en los sistemas construidos.

Para realizar el seguimiento durante la fase de operación, realizar entrevistas y encuestas al personal sanitario, visitas a obra, entrevistas con el personal de mantenimiento, permiten realizar una efectiva retroalimentación y tomar acciones de optimización de los sistemas diseñados. (Ver Apéndices Q, R y S).

Se realiza la última reunión del comité de Commissioning para analizar y retroalimentar el plan de Commissioning con los resultados de la encuesta y la visita a la UCI, de esta manera se podrá cerrar el plan de actividades y validar los resultados de las actividades realizadas durante la ejecución del plan. Así mismo se realzan las recomendaciones pertinentes para el ajuste de la operación y mantenimiento de los sistemas HVAC.

El proceso finaliza con la integración del plan de Commissioning, cuyo propósito es sintetizar todas las actividades, unificando en un solo documento todos los formatos diligenciados

durante el proceso de Commissioning, así como evaluar el cumplimiento de todas las actividades planteadas durante la construcción del plan.

3.4 Informe de Resultados del Plan de Commissioning Aplicado al Caso Particular de una Sala de Cuidados Intensivos.

El informe final debe sintetizar todos los formatos recolectados, así como las conclusiones más importantes con relación a las modificaciones de los OPR y las bases de diseño durante la ejecución del proyecto, de esta manera no se pierde de vista la calidad del proceso constructivo.

3.4.1 Comentarios Generales

Durante la ejecución de cada una de las etapas del proyecto la gestión documental y el aseguramiento de la retroalimentación de las comunicaciones fue clave para asegurar el cumplimiento de los compromisos pactados, el proceso de Commissioning fue clave, ya que en cada una de las fases se debe completar una lista de chequeo que exige las evidencias y eventuales modificaciones en los OPR o en las bases de diseño, con un correcto control de cambios.

La implementación del proceso de Commissioning, salvaguardó durante la construcción el cumplimiento de los OPR y las bases de diseño, en cada una de las fases de implementación, los formatos de chequeo y verificación continua permitieron permear de las necesidades del sistema HVAC todas las especialidades involucradas en la instalación, de manera que se obtuvo un sistema funcional, ajustado a OPR y bases de diseño.

Para cumplir con los objetivos de la metodología propuesta se presenta el plan de commissioning que se implementará en todas las etapas de este proyecto.

Tabla 2. Actividades del Commissioning en la fase de prediseño (Plan de Commissioning).

Actividades del Commissioning en la fase de prediseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Conformación del comité de Commissioning asignando roles para cubrir el equipo mínimo.	DP-GC	09/10/23
Estudio de los OPR por parte del comité	DP-GC	12/10/23
Análisis y preparación del informe de OPR con observaciones sugerencias o presentación de conformidad con los OPR	DP-GC-CD	14/10/23
Elaborar el listado de entregables y asignar responsable de desarrollo/seguimiento	DP-GC	14/10/23
Diseñar e Implementar medios de comunicación formales del proceso de avance	DP-GC	20/10/23
Diseñar e implementar la documentación	DP-GC	20/10/23
Asignar seguimiento de actividades a través de la programación de reuniones	DP-GC	24/10/23
Aprobar el cronograma de desarrollo de las actividades de diseño y entrega de documentos	DP-CD-GC	24/10/23
Presentación de alternativas de solución tecnológica para la carga calculada	CD	24/10/23
Análisis de viabilidad por parte del cliente y aceptación de la propuesta de diseño para el sistema de climatización	DP-GC	26/10/23
Aprobación de los de criterios de diseño ajustados a la carga térmica y necesidades operativas del espacio.	DP-GC	26/10/23
Realizar seguimiento para compromisos de bitácora y cumplimiento	DP-CG	31/10/23
Actualización permanente de los documentos y control de cambios	DP-CD -CD	31/10/23
Actualización permanente de Bitácora de avance de actividades	DP-CD-CD	31/10/23

Actividades del Commissioning en la fase de diseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar el Plan de Commissioning	DP-GC	07/11/23
Verificar las bases del Diseño	DP -GC	07/11/23
Presentación de alternativas de solución tecnológica para la carga calculada	DP-GC	07/11/23
Análisis de viabilidad por parte del cliente y aceptación de la propuesta de diseño para el sistema de climatización	DP-GC	10/11/23
Aprobación de los de criterios de diseño ajustados a la carga térmica y necesidades operativas del espacio.	DP-GC	10/11/23
Realizar seguimiento para compromisos de bitácora y cumplimiento	DP-GC	18/11/23
Actualización permanente de los documentos y control de cambios	DP-GC	
Desarrollar los procesos de Commissioning para los documentos de construcción	DP-GC-CD	25/11/23
Desarrollar listas de verificación en borrador para Fase de Construcción	DP-GC	25/11/23
Desarrollar borradores para las Pruebas de Verificación	DP-GC	25/11/23
Definir los requisitos de entrenamiento	DP-GC	25/11/23
Realizar los chequeos previos del cumplimiento de los Requisitos del Propietario para el Diseño	DP-GC	25/11/23
Realizar las reuniones de equipo de Commissioning	DP-CD-GC	*

Actividades del Commissioning en la fase de diseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Desarrollar las listas de Chequeo durante la construcción	CD	30/11/23
Incorporar los requerimientos del proceso de Commissioning, en las especificaciones del proyecto	DP-GC	30/11/23
Desarrollar los requisitos de los programas de entrenamiento	DP-GC	30/11/23
Revisar los documentos de la Fase de Diseño, versus los requerimientos del propietario	DP-CG	30/11/23
Actualizar dichos requerimientos del propietario para el proyecto y el plan de Commissioning.	DP-CD-CD	30/11/23
Rastrear las desviaciones que aparezcan en la bitácora de obra.	DP-CD-CD	30/11/23

*Actividad a realizar una vez por semana

Actividades del Commissioning en la fase de construcción		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar el Plan de Commissioning	DP-GC	04/12/2023
Verificar las bases del Diseño	DP-GC	04/12/2023
Verificar el uso de los documentos de construcción desarrollados por el equipo de Commissioning	DP-GC-CD	11/12/2023*
Verificar el uso y actualización de listas de verificación para Fase de Construcción	DP-GC	11/12/2023
Implementar y verificar las Pruebas de Verificación	DP-GC	11/12/2023*
Definir los requisitos de entrenamiento	DP-GC	11/12/2023
Realizar los chequeos previos del cumplimiento de los Requisitos del Propietario para el Diseño	DP-GC	11/12/2023
Realizar las reuniones de equipo de Commissioning	DP-CD-GC	*
Verificar, actualizar e implementar las listas de Chequeo durante la construcción	CD	18/12/2023*
Incorporar los requerimientos del proceso de Commissioning, en la construcción del proyecto	DP-GC	18/12/2023
Desarrollar los programas de entrenamiento	DP-GC	03/03/2024
Revisar los documentos de la Fase de Diseño, versus los requerimientos del propietario y vs construcción	DP-CG	18/12/2023
Actualizar dichos requerimientos del propietario para el proyecto y el plan de Commissioning acorde a las novedades de la construcción.	DP-CD-CD	18/12/2023
Rastrear las desviaciones que aparezcan en la bitácora de obra.	DP-CD-CD	26/12/2023 *

*Actividad a realizar una vez por semana hasta finalizar la construcción

Actividades del Commissioning en la fase de ocupación y operaciones		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar los documentos de Commissioning	DP-GC	03/03/2024
Desarrollar el informe final del equipo de Commissioning	DP-GC	17/03/2024
Cierre del proceso de Commissioning	DP-GC-CD	17/03/2024
Verificar el proceso de entrenamiento	DP-GC	10/03/2024
Cerrar bitácora de obra	DP-GC	03/03/2024
Entregar el informe final y un consolidado de la documentación desarrollada durante la ejecución del Commissioning	DP-GC	25/03/2024

3.4.2 Etapa de Prediseño y Diseño

En esta etapa se presentaron de forma literal los requerimientos del estándar 170-2021 de ASHRAE (2022a), sin embargo, la obra exhibe un requerimiento que condiciona la propuesta de diseño ya que cuenta con una red de ductos previamente instalada y que debe ser reutilizada en la mayor proporción posible. Así que, se deben replantear los OPR y bases de diseño y mencionar que, implementar la solución a través del proceso de Commissioning garantizó que el caudal de aire de diseño fuese el apropiado. El uso de las listas de chequeo para abordar temas de forma diligente durante las reuniones del comité garantizó el seguimiento y cumplimiento de estos compromisos, por realizarse mesas técnicas que podían dar solución inmediata a las exigencias planteadas en obra. (Ver Apéndice E y F).

En la etapa de prediseño y diseño se integró la documentación final de ingeniería con los respectivos controles de cambio en la hoja de selección de una única unidad manejadora para toda el área de UCI Neonatal, la ficha técnica de selección integra desde la selección presentada por el proveedor hasta la ficha previa construcción en fábrica del equipo. (Ver Apéndices G, H, I y J).

En esta etapa se presentan como resultado las bases de diseño y los requisitos del cliente, se inicia el cumplimiento de las actividades planteadas en el plan de commissioning.

Conformación del comité de Commissioning asignando roles para cubrir el equipo mínimo.

Definiciones especiales y roles en las fases del commissioning

DP (DIRECTOR DEL PROYECTO) PEDRO PABLO GARCÍA

GC (GERENTE DE COMMISSIONING) MARIANA CASTAÑEDA (subcontratista)

CD (INGENIERO MECÁNICO) ALVARO GONZALEZ

Desarrollo de los OPR y estudio por parte del comité

Se realiza el primer comité técnico y se construye el formato de criterios de diseño, teniendo en cuenta las recomendaciones normativas y las necesidades y expectativas del cliente como resultado se obtiene un formato de sintetiza dichos requerimientos y los integra a la visión del diseñador.

Tabla 3. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos atendiendo recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.

1	Nombre del Proyecto		Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica					
2	Ubicación del proyecto		Bucaramanga Santander.					
3	Criterios de diseño		Cumplimiento de las recomendaciones tabla 7.1 estándar 170 2021 ASHRAE para Unidad de Cuidados Intensivos Cuarto de Procedimientos Cuarto de aislados					
4	Criterios de diseño condiciones interiores							
	Espacio	T Bh °C	HR%	FILTRO	ACH	OACH	RELACIÓN PRESIÓN	Indicador Local de ΔP
	Aislados	22	55	MERV 14	12	2	NEGATIVA	-2.5Pa
	UCI	22	55	MERV 14	6	2	NR	NA

1	Nombre del Proyecto			Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica				
	Procedimientos	22	55	MERV 14	15	3	POSITIVA	NA
	Preparación de fórmulas	22	55	MERV 14	6	2	NR	NA
5	Definición del tipo de construcción			Se cuenta con un edificio de 12 pisos construido, con una intervención en el piso 5 para la adecuación de la Unidad de Cuidados Intensivos				
6	Naturaleza del proyecto			Es un proyecto que cuenta con una infraestructura de ductos y un diseño para uso del área con una arquitectura diferente, es necesario reformular los diseños de la UCI				
7	Existencia de un sistema de aire acondicionado central para interconexión			El hospital cuenta con un sistema de agua helada capaz de proveer agua para el proceso de climatización para hasta 40 TR				
8	Tipo de tecnología a implementar			Unidad Manejadora de aire para todas las áreas de la UCI pediátrica. Con caudal de agua variable				
9	Disponibilidad de áreas para ubicación de equipos			El hospital cuenta con una torre metálica disponible para la instalación del equipo en 2 puntos de la UCI				
10	Materiales de construcción de la UCI			El edificio está construido en Color blanco con mampostería de 10 cm, placas de 40 cm. Además de un perímetro con viga de 60 cm, ventanales de vidrio crudo y cielo falso en PVC				
11	Espacio disponible para instalación de ductos de distribución de aire acondicionado			60 cm*				
12	Materiales aceptables para la construcción			Ducto en lámina Galvanizada Cuerpo de UMAS doble pared con espesor de aislamiento mínimo de 1.5", Tubería de agua helada pre-aislados de polipropileno.				
13	Marcas aceptadas para la instalación			TECAM, SODECA SCHNEIDER				
	Automatización del sistema de aire acondicionado			Control de Temperatura, Operación de válvula reguladora de caudal de agua Alarma por filtros sucios Encendido y apagado de los equipos Tablero de control e instrumentación				
14	Número de cuartos de aislados y tipo de pacientes a internar en estos espacios			2 cuartos de aislados con exclusiva, con un área de fuga de 20 cm ²				
15	Consideraciones por parte del dueño del proyecto			Reutilizar la mayor cantidad posible del ducto de suministro y retorno actualmente instalado en la UCI				
16	Requisitos de salud e higiene interior			Lámparas UVC en la extracción de los cuartos de aislados, prefiltros y filtros HEPA Lámparas UVC irradiando el serpentín de la unidad manejadora				
17	Alcance del diseño del sistema HVAC			Informe de Cálculo de carga térmica, con los datos de OPR y resultados de Software Informe de especificaciones técnicas de materiales y equipos				

1	Nombre del Proyecto	Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica	
		Hojas de datos de equipos e instrumentos Tabla de características técnicas mínimas de UMAS incluyendo Temperatura de Bulbo seco Temperatura de Bulbo húmedo Altura de trabajo Caída de presión estática externa Caudal de suministro de aire, Caudal de renovación de aire Temperatura superficial de serpentín Temperatura de suministro de aire Memorias de caída de presión de aire y agua en caso de ser un sistema de agua helada. Hoja de selección de equipos del sistema HVAC Listado de Cargas eléctricas de equipos. Análisis de precios Unitarios. Memorias de cantidades de materiales. Presupuesto general de obra. Informe de constructibilidad de sistemas HVAC. Manual de operación y mantenimiento. Planos de sistema HVAC	
	Fecha del documento	10/11/23	
	Versión	1	
	Control de cambios	NA	
	Numerales con cambios		
	Aprobado por miembros del comité de commissioning	DP	
		GC	

*Depende de las alturas disponibles en cielo falso y cruce con otras especialidades

Como la obra exhibe un requerimiento que condiciona la propuesta de diseño, ya que el área de intervención cuenta con una red de ductos previamente instalada y que, para evitar el detrimento patrimonial de una entidad pública, debe ser reutilizada en la mayor proporción posible. Así que, se deben replantear los OPR y bases de diseño y mencionar que, implementar la solución a través del proceso de Commissioning garantizó que el caudal de aire de diseño fuese el apropiado

Tabla 4. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos, por encima de las recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.

1	Nombre del Proyecto		Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica					
2	Ubicación del proyecto		Bucaramanga Santander.					
3	Criterios de diseño		Superior a Cumplimiento de las recomendaciones tabla 7.1 estándar 170 2021					
4	Criterios de diseño condiciones interiores							
	Espacio	T Bh °C	HR%	FILTRO	ACH	OACH	Relación presión	Indicador Local de ΔP
	Aislados	22	55	HEPA	12	3	NEGATIVA	NA
	UCI	22	55	HEPA	6	3	NR	NA
	Procedimientos	22	55	HEPA	15	3	POSITIVA	NA
	Preparación de fórmulas	22	55	HEPA	6	3	NR	NA
	Fecha del documento		25/11/23					
	Versión		2					
	Control de cambios		1					
	Numerales con cambios		3 y 4					
	Aprobado por miembros del comité de commissioning		DP					
			GC					

Tabla 5. Resumen de bases de diseño ajustados a OPR.

Condición	Unidad	Exterior*	Interior
Temperatura de bulbo húmedo	°C	26,7	19.2
	°F	80	66.56
Temperatura de bulbo seco	°C	29	22
	°F	84	71.6
Humedad relativa	%	78	55
Altitud	M.s.n.m.	959	
Latitud	° ‘ ‘	7°7'42.0"N / 73°6'45.9 "W	
Nivel de Ruido	Db	30 – 35	
Ach/oach	Procedimientos 15/3	UCI 6/3	Aislados 12/3
Número de personas	62		
Niveles de filtración	MERV 8/14/HEPA		
Factor de seguridad	%	5	
Coefficiente de transferencia de calor muros	BTU/h ft ² F	0.37 particiones	
Coefficiente de transferencia de calor techo	BTU /h ft ² F	0.37	
Coefficiente de transferencia de calor ventanas	BTU /h ft ² F	0.79	
Requerimientos adicionales	Se debe reutilizar la mayor cantidad de ductos en las rutas actualmente instaladas		

*Las condiciones exteriores deben ser verificadas con datos climatológicos del punto geográfico de instalación de los equipos HVAC

El uso de las listas de chequeo para abordar temas de forma diligente durante las reuniones del comité garantizó el seguimiento y cumplimiento de estos compromisos, por realizarse mesas técnicas que podían dar solución inmediata a las exigencias planteadas en obra.

En la etapa de pre diseño se realizaron 9 mesas técnicas en donde se lograron los acuerdos y ajustes de la propuesta de diseño.

Tabla 6. Lista de chequeo de temas abordados durante las reuniones en la etapa de prediseño.

Tema	Acta	Entregable	Si	no
Presentación y Aprobación del plan de commissioning	Acta #1	Plan de commissioning	x	
Análisis de la arquitectura, ubicación de rutas para aire acondicionado	Acta #1	NA	x	
Se cuenta con un sistema central preexistente	Acta #1	NA	x	
Compartir toda la información disponible del diseño actual	Acta #1	Documentos compartidos del diseño precio del sistema HVAC	x	
Análisis de los documentos de ingeniería Existentes	Acta #2	Informe de análisis de ingeniería existente	x	
Formulación de requerimientos del dueño del proyecto	Acta # 3	Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto	x	
Validación de los requerimientos con el comité médico de la UCI	Acta # 5	Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto	x	
Validación de los requerimientos con el personal de mantenimiento	Acta # 7	Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto	x	
Aprobación de las bases de diseño	Acta # 9	Bases de diseño del sistema HVAC	x	

Tabla 7. Lista de chequeo revisión de los diseños presentados en cumplimiento de los OPR y Criterios de diseño aprobados.

Tema	Entregable	Si	No	CUMPLE
Verificación de idoneidad del perfil del diseñador	Hoja de vida diseñador	x		CUMPLE
Cumplimiento de las bases de diseño aprobadas				
Informe de Cálculo de carga térmica, con los datos de OPR y resultados de Software	Memorias de cálculo de carga térmica	x		CUMPLE
¿Los criterios de diseño para temperaturas interiores y humedad se cumplen?		x		CUMPLE
¿Los criterios de ventilación para las diferentes áreas se cumplen?		x		CUMPLE
¿Las rutas de ductos propuestas aprovechan al máximo posible la reutilización de los ductos existentes?		x		CUMPLE
¿El informe de memorias de cálculo de carga térmica es claro y contiene toda la información necesaria para realizar la selección de equipos?		x		CUMPLE
Informe de especificaciones técnicas de materiales y equipos	Especificaciones técnicas	x		CUMPLE
¿Todos los elementos del proyecto cuentan con especificación técnica clara?		x		CUMPLE
¿La información de las especificaciones técnicas corresponde a la expectativa de diseño?		x		CUMPLE
¿Las unidades manejadoras y equipos de ventilación de aire cumplen con los OPR y las bases de diseño?		x		CUMPLE
¿El informe incluye filosofía de operación y control clara y coherente?				
¿La tabla de características técnicas contiene toda la información coherente con las memorias de cálculo de carga térmica?		x		CUMPLE
Información técnica detallada de los equipos del sistema HVAC	Hojas de datos de equipos e instrumentos	x		CUMPLE
¿Todos los equipos e instrumentos del sistema HVAC cuentan con hoja de datos?		x		CUMPLE
¿Los datos de las hojas de datos son coherentes y cumplen con los perfiles de carga de las memorias de cálculo?		x		CUMPLE
Listado de cargas eléctricas de los equipos HVAC	Listado de cargas eléctricas	x		CUMPLE
¿Todos los equipos del sistema HVAC están dentro del listado de cargas eléctricas		x		CUMPLE
¿Los datos del listado de cargas eléctricas es coherente con las hojas de selección de los equipos?		x		CUMPLE
Cantidades de obra	Memorias de cantidades de obra	x		CUMPLE
¿Todos los ítems del presupuesto cuentan con memoria de cantidades?		x		CUMPLE
¿El formato de las memorias de cantidades presentadas es el acordado por el dueño del proyecto?		x		CUMPLE

Tema		Entregable	Si	No	CUMPLE
¿Las memorias de cantidades son claras e identifican fácilmente el método de cuantificación?			x		CUMPLE
Análisis de precios Unitarios		Análisis de precios unitarios	x		CUMPLE
¿Todos los ítems del presupuesto cuentan con APUS?			x		
¿El formato de APU es el acordado por el dueño del proyecto?			x		CUMPLE
¿Los materiales y equipos de los APUS cuentan con cotizaciones de respaldo?			x		CUMPLE
Presupuesto		Presupuesto general HVAC	x		CUMPLE
¿Todos los elementos necesarios para la construcción están incluidos en el presupuesto?			x		CUMPLE
¿Las cantidades del presupuesto son coherentes con las memorias de cantidades de obra?			x		CUMPLE
Detalles de constructibilidad		Informe de constructibilidad	x		CUMPLE
Manual de operación y mantenimiento de los sistemas y equipos		Manual de operación y mantenimiento de los sistemas y equipos	x		CUMPLE
¿El manual de operación es claro y coherente con la filosofía de operación plasmada en las especificaciones técnicas del sistema HVAC?			x		CUMPLE
¿El manual de mantenimiento incluye todos los equipos del sistema HVAC?			x		CUMPLE
¿El manual de mantenimiento incluye la frecuencia de mantenimiento, actividades y herramientas apropiadas para ejecución de mantenimientos preventivos?			x		CUMPLE
¿El manual de mantenimiento incluye el listado de repuestos críticos de los equipos del sistema HVAC?			x		CUMPLE
El manual de mantenimiento y operación incluye el cronograma de capacitaciones			x		CUMPLE
Planos de sistema VAC		Planimetría	x		CUMPLE
¿Los planos contienen la red de ductos completa y bien etiquetada?			x		CUMPLE
¿Los planos contienen el rotulo aprobado por el dueño del proyecto?			x		CUMPLE
¿Los planos contienen la ubicación de todos los equipos del sistema HVAC?			x		CUMPLE
¿Las llegadas a los equipos están detalladas en el plano de detalles?			x		CUMPLE
¿Se realizó visita de obra para validar la correcta instalación de los materiales y equipos planteadas en el diseño?			x		CUMPLE
¿Se realizó la validación de interferencias de los diseños del sistema HVAC con las otras especialidades?			x		CUMPLE
Firma de aprobación de los diseños HVAC para construcción por parte del comité de Commissioning			x		CUMPLE

En la etapa de prediseño y diseño se integró la documentación final de ingeniería con los respectivos controles de cambio en la hoja de selección de una única unidad manejadora para toda

el área de UCI Neonatal, la ficha técnica de selección integral desde la selección presentada por el proveedor hasta la ficha previa construcción en fábrica del equipo.

Tabla 8. Formato de requisitos del cliente actualizado y aprobado

<i>Tema</i>	<i>Entregable</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
<i>Plan de Commissioning actualizado</i>	<i>Plan de Commissioning</i>	x	
<i>OPR Actualizados</i>	<i>OPR</i>	x	
<i>Bases de diseño Actualizadas</i>	<i>Bases de diseño</i>	x	
<i>Lista de chequeo de verificación de cumplimiento de OPR y bases de diseño de los entregables de los documentos de ingeniería</i>	<i>Lista de chequeo y control de cambios entregables de ingeniería</i>	x	
<i>Documentos de ingeniería aprobados para construcción</i>	<i>Documentos de ingeniería copia impresa y digital</i>	x	
<i>Validación de características técnicas para construcción de equipos</i>	<i>Formato de aprobación de selección de equipos</i>	x	
<i>Pruebas de inspección y arranque de equipos</i>	<i>Formato de pruebas y arranque de equipos</i>	x	
<i>Entrenamiento y capacitación del personal de O&M</i>	<i>Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto</i>	x	
<i>Control de cambios</i>	<i>Bitácora de obra</i> <i>Informe de control de cambios</i>	x	

3.4.3 Etapa de Construcción

En esta etapa se realizó un control estricto del avance de las obras, se garantizó que los equipos fuesen comprados con las características técnicas apropiadas gracias a la documentación aportada en la fase de diseño, donde estaban explícitos todos los parámetros para la correcta selección y fabricación de los equipos con perfil hospitalario.

Para el inicio del desarrollo de las diferentes actividades se realiza un recorrido con el personal en obra para realizar la socialización de los planos y verificar que el personal tenga claras

las actividades a desarrollar y la metodología a seguir, requerimientos de calidad en las instalaciones.

Tabla 9. Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC			
Fecha	9/09/2024		
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
	Si	Si	No
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación		Si	
Tipo de uniones ente ductos		TDF/Corredera	
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos		Si	
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de los ductos		Si	
El personal tiene clara la ejecución de las actividades		Si	
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades		NO	
Observaciones	<p>Se deben realizar modificaciones a los planos de diseño, por lo que el tiempo de ejecución debe contemplar el desmonte de las secciones de ducto que no se van a usar, además de las nuevas rutas ajustadas a las rutas de redes de gases medicinales y la red contraincendio y eléctricas.</p> <p>Se debe realizar una segunda visita para ajuste de rutas con las modificaciones. Queda incluido en la bitácora de obra.</p>		
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia		Firma

Tabla 10. Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC			
Fecha	9/09/2024		
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
	SI	SI	NO
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación		Si	
Tipo de uniones ente secciones de tubería		Termofusión	
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos		Si	
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de las redes de tuberías		Si	
El personal tiene clara la ejecución de las actividades		Si	
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades		Si	
Observaciones	<p>Se realiza el recorrido de obra con los subcontratistas de instalación de tuberías de agua helada, responsables de realizar la conexión de la red de agua.</p> <p>El sistema de entrega de agua helada es temporal, elaborado a bajo costo para permitir la climatización de las áreas médicas y así mismo permitir su uso. Se instala tubería de PVC, con accesorios para servicio y monitoreo análogos.</p>		
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Tabla 11. Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC			
Fecha	9/09/2024		
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
	SI	SI	NO
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación		Si	
Tipo soportes de los equipos		Madera plástica Neopreno Anclajes	
El personal tiene claras las tareas y equipos para izaje de los mismos		Si	
Solicitud de permiso de trabajo para el izaje		Si	
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos		Si	
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de las redes de tuberías		Si	
El personal tiene clara la ejecución de las actividades		Si	
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades		Si	
Observaciones	Se deben actualizar los planos para la llegada de los ductos principales desde la torre metálica hasta los cuartos de máquinas y se discute el plan constructivo para los ductos doble pared.		
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia		Firma

Tabla 12. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-01.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Redes de ductos		
Fecha de visita	07/01/2024		
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio	Se tiene la última versión y se evidencian 3 áreas con colisiones con redes de gases medicinales		
Calidad	Calibre lámina	Cumplimiento SMACNA	Calidad soportes
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE, susceptible de mejora
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de ductos	Distancia entre soportes	Materiales especificados
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Calidad del aislamiento	CUMPLE. Se solicita mejorar los remates y empalmes en los TDF		
Herramienta apropiada	CUMPLE		
Avance en obra	20% real -40% proyectado		
Desviaciones a los diseños evidenciadas	3 brazos de descarga deben ser modificados por colisión con redes de gases		
Verificación de bitácora de obra	Se dejan las anotaciones y se solicita la presencia en obra del diseñador para aprobar los cambios de ruta sugeridos		
Observaciones	Se evidencian varillas roscadas torcidas, se recomienda realizar las perforaciones de los chazos nuevamente para mantener la perpendicularidad entre el riel Chanel y la varilla roscada.		
Firmas			

Una vez se inician las actividades constructivas y de instalación, se realizan visitas de verificación de avance para validar el cumplimiento de los OPR en la etapa constructiva.

Tabla 13. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-02.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Cuellos, rejillas y difusores de ductos		
Fecha de visita	17/02/2024		
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio	Se tiene la última versión con el cambio de ruta en 3 áreas por colisiones con redes de gases medicinales		
Calidad	Tamaño de rejillas y difusores	Color de rejillas	Damper en rejillas
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de difusores	Correcta orientación de difusores	Acabados
	CUMPLE	3 DIFUSORES MAL ORIENTADOS	
Calidad del empalme de cuellos a ductos	APROPIADO		
Calidad del empalme de cuellos a rejillas y difusores	APROPIADO		
Herramienta apropiada	APROPIADO		
Avance en obra	85%		
Desviaciones a los diseños evidenciadas	NINGUNA RESPECTO A LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN		
Verificación de bitácora de obra	Se deja la anotación para cambio de orientación de 3 rejillas		
Observaciones	Entregar certificados de calidad de las rejillas y hojas de ingeniería para verificar los parámetros para el balanceo de los difusores. Verificar niveles de ruido y tiro de los difusores instalados.		
Firmas			

Tabla 14. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-03.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Redes de tuberías de agua helada		
Fecha de visita	17/02/2024		
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio	Se tiene la última versión de planimetría.		
Calidad	Diámetro de tuberías	Marca de tubería corresponde a ficha de calidad	Calidad soportes
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de tuberías	Distancia entre soportes	Materiales especificados
	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Calidad del aislamiento y chaqueta	ACEPTABLE		
Herramienta apropiada	ACEPTABLE		
Avance en obra	100%		
Desviaciones a los diseños evidenciadas	SE TIENE UNA CONEXIÓN PROVISIONAL A UN CHILLER PROVISIONAL		
Verificación de bitácora de obra	Se deja anotación sobre la conexión temporal a un chiller de 20 TR		
Observaciones	EL hospital requiere poner en funcionamiento la UCI Neonatal, sin embargo, el sistema central de agua helada se encuentra en fase de construcción, se realizar una conexión temporal con tubería de PVC para poner en servicio el aire acondicionado con un chiller de 20 TR.		
Firmas			

Tabla 15. Formato de verificación de avance de equipos del sistema HVAC-01.

Formato de verificación de equipos del sistema HVAC			
Equipo	Unidad manejadora de aire con serpentín para agua helada		
Marca del equipo	TECAM		
Cantidad	1		
Memorias de calculo	Capacidad sensible	Capacidad latente	Caudal de aire
Equipo seleccionado	Cumple	Cumple	Cumple
Ficha técnica del equipo	Verificada		
Carta de garantía del equipo	Verificada		
Doble pared y espesor de aislamiento	2" de espesor	Verificada	

Requiere actualización OPR	Si	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Requiere actualización criterios de diseño	Si	NO	NO	NO	NO	NO	si	si
Requiere actualización Planimetría	si	NO	NO	NO	NO	NO	si	si
Firma GC								
Firma DP								

3.4.4 Ítems Inconclusos en la ejecución

Instalación de los ventiladores de extracción, se deben terminar las redes de ductos, pero el suministro de los equipos de extracción no satisface las fechas pactadas en el cronograma de obra, así que llegarán cuando la obra ya esté finalizada y entregada, se validan las características técnicas de los equipos y se proyecta su instalación en un área técnica y un cuarto de residuos.

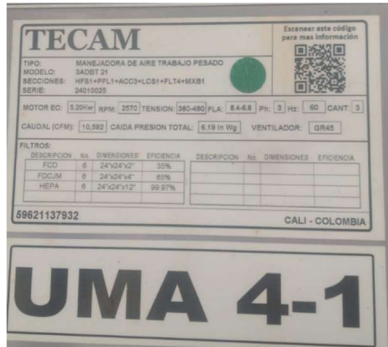
3.4.5 Etapa de Operación

En esta etapa se realiza la verificación del cumplimiento de los programas de entrenamiento y capacitación, se valida la operación de los sistemas de climatización instalados y se verifica la documentación de los formatos de arranque y balanceo. La retroalimentación que ofrece esta etapa del proyecto la implementación de Commissioning incluyendo la opinión del personal sanitario dentro de la UCI. Se solicita al diseñador contratista que evalúe la situación y presente una alternativa para atenuar los niveles de ruido dentro de la UCI. Se logró establecer que los niveles de ruido dentro de la UCI eran altos respecto a la expectativa de diseño.

Tabla 17. Formato de arranque de equipos.

Formato de arranque de equipos		Versión 01.2020			
Departamento de ingeniería	Procedimientos			FMT-AE-01	
Cuaderno de pruebas de equipos					
Datos generales					
Tipo de equipo	MANEJADORA DE AIRE TRABAJO PESADO				
Marca del equipo	TECAM				
Modelo del equipo	3ADBT 21				
Tag	UMA 4-1				
Serial del equipo	24010025				
Fecha de instalación					
Potencia (kw)	5.2 KW				
Capacidad	366333 Btu/h				
Caudal de aire (cfm)	10592				
Dimensiones (in) (Largo x Alto x Ancho)	145”X60”X84”				
Peso en operación (lb)	1300				
Secciones					
Características eléctricas (voltaje/fases/frecuencia)	440/3F/60 Hz				
Pruebas de funcionamiento en sitio					
Inspección visual					
Tipo de equipo	Unidad manejadora de Aire de Uso hospitalario	Estado de la Base y los Soportes del Equipo	Bueno		
Estado de las Carcasas, Cuerpo o Cubiertas del Equipo	Bueno	Estado del Cableado y Conexiones Eléctricas	Bueno		
Estado de la Tubería, Soldaduras y Aislamientos	Bueno	Nivelación	Bueno		
Identificación de Vibraciones Inusuales	Ninguna	Estado de la Tubería de Condensado y Aislamiento	Bueno		
Verificación de Accesos de Mantenimiento	óptimo				
	Gabinete	Apriete	Protecciones	Marquillado	Soporte

Verificación de Tablero de potencia	ok	ok	ok	ok	ok
Tensión en líneas	L1	L2	L3	Desbalances fases	6%
Verificación instrumentación V	417	414	419		
Verificación con el equipo encendido					
Inspección auditiva					
Sound Power DBa	75.05	Sound Pressure a 3m		70,02 DbA	
Medición de Parámetros					
Corriente de arranque (A)		Corriente de operación (A)		20.2A	
Tensión (V)	413.9	Caudal de aire (CFM)		7629	
Temperatura del aire de suministro (°C)	15.5	Temperatura del aire de Retorno (°C)		22.6	
Temperatura de agua entrada (°C)	13	Temperatura de agua Salida (°C)		25	
Temperatura superficial del equipo (°C)	27.3				
FIRMAS RESPONSABLES					
Observaciones generales					
<p>El equipo se encuentra trabajando con una instalación temporal con un chiller dedicado de 15 TR marca confort fresh, que suministra el agua a un mínimo de, se solicita ajustar el tag del transformador elevador para que los equipos trabajen en un punto de menor desbalance entre fases de alimentación.</p> <p>Estas mediciones se realizan con el área con mobiliario y dotaciones, pero sin personal ni pacientes.</p> <p>COMPROMISO- Re comisionar el sistema una vez se realice la conexión de la unidad manejadora de aire al sistema central de agua helada.</p> <p>Mantener la posición del damper de toma de aire fresco de la caja de mezcla de la unidad manejadora de aire, pues es la garantía de cumplimiento del los OPR.</p>					
REGISTRO FOTOGRAFICO					



TAG



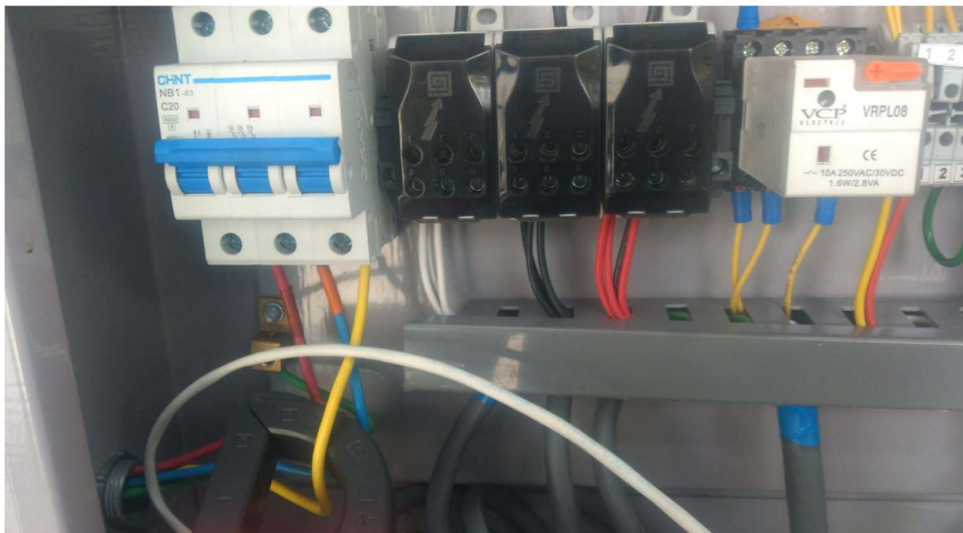
CAUDAL



TENSIÓN



TEMP.SUMINISTRO AIRE



TABLERO DE POTENCIA



TOMA DE AIRE FRESCO DE LA UNIDAD MANEJADORA DE AIRE EN LA CAJA DE MEZCLA



T SAL AGUA MANEJADORA

T DE SALIDA DEL AGUA CHILLER

Tabla 18. Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC.

Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC			
Ubicación de los sistemas	Piso 4		
Fecha de entrenamiento	9/11/2024		
Verificación de documentación para el entrenamiento			
Documentos de ingeniería	Planos ASI construidos	Fichas técnicas de los equipos	Manual de operación
	Entregado	Entregado	Entregado
	Formato de arranque de equipos	Filosofía de control	Manual de mantenimiento
	Entregado	Entregado	Entregado
El personal cuenta con las competencias mínimas para recibir en entrenamiento		Si	
El personal fue informado previamente a la fecha de entrenamiento		Si	
El personal está conforme con la información entregada previo al entrenamiento		Si	
El personal que imparte el entrenamiento es idóneo para realizar la capacitación		Si	
Se cuenta con acompañamiento por parte del fabricante de los equipos instalados		Si	
Observaciones	Se debe realizar el re comisiona miento de la Unidad manejadora una vez que se realice la conexión al sistema de control de agua central.		
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Con los sistemas en operación se realizó la validación de operación y percepción de idoneidad de los sistemas instalados por parte del personal sanitario y de mantenimiento.

Tabla 19. Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI.

Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI					
Fecha de encuesta					
Actividades desarrolladas dentro de la UCI					
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Considera que la UCI es confortable					
Nivel de ruido					
Disponibilidad del servicio de AA					

Tabla 20. Formato de encuesta con personal mantenimiento de la UCI.

Formato de encuesta con personal de mantenimiento de la UCI					
Actividades desarrolladas con los sistemas HVAC de la UCI					
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Facilidad para acceder a los equipos					x
Facilidad para implementar el plan de mantenimiento					x
Disponibilidad del servicio de AA					x
Disponibilidad de repuestos				x	

Tabla 21. Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC.

Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC					
Fecha de visita	Febrero 20/2024				
Tiempo de operación de los equipos	2 meses				
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Facilidad para acceder a los equipos					x
Niveles de ruido dentro de la uci				x	
Confort				x	
Higiene			x		
Consumo de energía acorde a los formatos de arranque					x
Mantenibilidad				x	

4. Conclusiones

El proceso de Commissioning es riguroso, permite realizar un seguimiento del avance del proyecto en todas las etapas, permitiendo un control de cambios ajustado a las necesidades detectadas durante el mismo desarrollo del proyecto, ofrece una estrategia organizada y eficaz para cumplir con los objetivos del proyecto de diseño y construcción de la UCI.

El proceso de Commissioning permitió culminar el proyecto de diseño, construcción y operación de la unidad de cuidados intensivos de forma satisfactoria en cumplimiento de los OPR y las bases de diseño con un adecuado control de cambios que permite al cliente tener la información de la operación de su sistema cumpliendo los parámetros de calidad de aire aceptables para una unidad de cuidados intensivos.

La documentación del Commissioning, fue la base para el seguimiento durante la ejecución del proyecto, y fue integrada al dossier de ingeniería, adicional a ello, la entrega y manejo del paquete de información quedó completamente asegurado con las áreas de interés.

El proceso de commissioning aporta un gran valor a la ejecución del proyecto, transformando las actividades separadas en cada una de las etapas en una ruta clara, con trazabilidad y seguimiento, que mitiga la posibilidad de cometer errores gracias a la continua retroalimentación que se da con el desarrollo de la obra.

Uno de los principales aportes del proceso de Commissioning en la etapa de construcción fue que las reuniones iniciales de socialización del proyecto para redes de ductos, tuberías control y equipos, permitió que las cuadrillas de personal tuviesen claras las premisas a cumplir, esto facilitó el control de cambios asertivo, no se presentaron instalaciones que requiriesen desmontaje por mala interpretación de planos o documentos.

5. Recomendaciones

Aunque el proceso de Commissioning aseguró la calidad durante las fases del proyecto de diseño, construcción y operación de la Unidad de Cuidados Intensivos, no fue reconocido el informe como un entregable, por no estar incluido dentro de los términos contractuales iniciales del proyecto, razón por la que se recomienda que las entidades destinen recursos para la creación e implementación del proceso de Commissioning.

Se recomienda extender el proceso de Commissioning a todas las especialidades y etapas de los proyectos de construcción de áreas de servicios médicos a desarrollar en el hospital.

Del manejo documental establecido por el hospital no se logró incluir como parte de la gestión administrativa del proyecto, ni tampoco fue parte de los entregables del proyecto.

El proceso de Commissioning facilitó la comunicación efectiva entre todos los actores en todas las fases del proyecto, ya que la estrategia de conformar el comité de Commissioning aseguró la participación del dueño del proyecto, del contratista diseñador y constructor que encontró en el gerente del Commissioning un mediador para cumplir con los objetivos del proyecto ajustados a los OPR, las bases de diseño.

El proceso de Commissioning fue introducido en el desarrollo del proyecto y fue ejecutado por la interventoría del proyecto, quien tuvo el rol de gerente de Commissioning, sin embargo, de la importancia y beneficios del Commissioning no fue posible tener un rol contractual dentro del desarrollo del contrato, por lo que la fase de ocupación y operación del plan de Commissioning no tuvo una injerencia trascendente en cambio de prácticas o ajustes en los sistemas instalados. Se recomienda la integración del proceso de commissioning en las prácticas de construcción de obras y sistemas como guía base para la ejecución de las actividades.

Referencias Bibliográficas

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2010).
Guideline 0-2005 the Commissioning Process. <https://tinyurl.com/2ymrokn7>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2013).
Guideline 0-2013 the Commissioning Process <https://tinyurl.com/27xprzrk>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2020).
Addendum to Guideline 0-2019 the Commissioning Process. <https://tinyurl.com/2ymrokn7>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2021).
Handbook: Fundamentals. <https://surl.li/scncj>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2022a).
Addendum a to Standard 170-2021 ventilation of health care facilities.
<https://tinyurl.com/23mtp7qc>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2022b).
Addendum x to Standard 62.1-2022 ventilation and acceptable indoor air quality.
<https://tinyurl.com/23bxtdem>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2023a).
Standard 55-2023 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
<https://surl.li/mjrsgo>
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE. (2023b).
Handbook: HVAC Applications Sound and Vibration. <https://surl.li/oxezpe>
- Crowe, E., Mills, E., Poeling, T., Curtin, C., Bjørnskov, D., Fischer, L., & Granderson, J. (2020).
Building commissioning costs and savings across three decades and 1500 North American

- buildings. *Energy and Buildings*, 227. doi:10.1016/j.enbuild.2020.110408.
<https://tinyurl.com/yq9p5auk>
- Delgado, J. M. (2022). Botelin de Prensa No 7 de 2022. <https://tinyurl.com/yugv7r3b>
- Herrera, M.P., Echaide, M., Colque, A., Alicia, L., Cornistein, W., Staneloni, M.I., Lopez, C., Pagano, I., Griselda, A., (2020). Recomendaciones interinstitucionales edilicias para prevención de la transmisión de coronavirus u otros virus respiratorios en instituciones de salud o edificios públicos. <https://tinyurl.com/25kphxfa>
- Karlshoj, J. (Ed.), Scherer, R. (Ed.). (2018). *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*. London: CRC Press, <https://doi.org/10.1201/9780429506215>
- Kowalski, W. (2010). *Ultraviolet germicidal irradiation handbook: UVGI for air and surface disinfection*. Springer science & business media. <https://surl.li/cvecwk>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución número 3100 de 2019. Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el manual de inscripción de prestadores y habilitación de servicios de salud*. <https://tinyurl.com/2y5elpvr>
- Perdomo Tovar, C. A. (2020). *Falencias, abandono y retraso en proyectos civiles en Colombia*. [Trabajo de Diplomado]. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. <https://tinyurl.com/2ynbgy26>
- Rosenfeld, Y. (2014). Root-cause analysis of construction-cost overruns. *Journal of construction engineering and management*, 140(1), 04013039. <https://tinyurl.com/264c3f2z>
- Sepúlveda, A. (2019). Los cinco niveles de Commissioning en apoyo a la explotación eficiente y efectiva de edificios. <https://tinyurl.com/2d4uvtls>

Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association Inc - SMACNA. (2020).

HVAC Duct Construction Standards - Metal and Flexible, 4th Edition.

<https://shorturl.at/njyke>

Apéndices

Apéndice A. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos atendiendo recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.

1	Nombre del Proyecto							
2	Ubicación del proyecto							
3	Criterios de diseño		Cumplimiento de las recomendaciones tabla 7.1 estándar 170 2021 ASHRAE para Unidad de Cuidados Intensivos					
4	Criterios de diseño condiciones interiores							
	Espacio	T Bh °C	HR%	FILTRO	ACH	OACH	RELACIÓN PRESIÓN	Indicador Local de ΔP
5	Definición del tipo de construcción							
6	Naturaleza del proyecto							
7	Existencia de un sistema de aire acondicionado central para interconexión							
8	Tipo de tecnología a implementar							
9	Disponibilidad de áreas para ubicación de equipos							
10	Materiales de construcción de la UCI							
11	Espacio disponible para instalación de ductos de distribución de aire acondicionado							
12	Materiales aceptables para la construcción							
13	Marcas aceptadas para la instalación							

	Automatización del sistema de aire acondicionado	
14	Número de cuartos de aislados y tipo de pacientes a internar en estos espacios	
15	Consideraciones por parte del dueño del proyecto	
16	Requisitos de salud e higiene interior	
17	Alcance del diseño del sistema HVAC	
Fecha del documento		
Versión		1
Control de cambios		NA
Numerales con cambios		
Aprobado por miembros del comité de commissioning		DP
		GC

Apéndice B. Formato de criterios de diseño de la Unidad de Cuidados Intensivos, por encima de las recomendaciones de la tabla 7.1 estándar 170 2021.

1	Nombre del Proyecto		Unidad de Cuidados Intensivos Pediátrica					
2	Ubicación del proyecto		Bucaramanga Santander.					
3	Criterios de diseño		Superior a Cumplimiento de las recomendaciones tabla 7.1 estándar 170 2021					
4	Criterios de diseño condiciones interiores							
	Espacio	T Bh °C	HR%	FILTRO	ACH	OACH	Relación presión	Indicador Local de Δ P
Fecha del documento								
Versión		2						
Control de cambios		1						
Numerales con cambios								
Aprobado por miembros del comité de commissioning		DP						
		GC						

Apéndice C. Resumen de bases de diseño ajustados a OPR.

Condición	Unidad	Exterior	Interior
Temperatura de bulbo húmedo	°C		
	°F		
Temperatura de bulbo seco	°C		
	°F		
Humedad relativa	%		
Altitud	M.s.n.m.		
Latitud	° ‘ “		
Nivel de Ruido	DbA		
Ach/oach			
Número de personas			
Niveles de filtración			
Factor de seguridad	%		
Coefficiente de transferencia de calor muros	BTU/h ft ² °F		
Coefficiente de transferencia de calor techo	BTU /h ft ² °F		
Coefficiente de transferencia de calor ventanas	BTU /h ft ² °F		
Requerimientos adicionales			

Apéndice D. Actividades del Commissioning en la fase de prediseño (Plan de Commissioning).

Actividades del Commissioning en la fase de prediseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Conformación del comité de Commissioning asignando roles para cubrir el equipo mínimo.	DP-GC	
Estudio de los OPR por parte del comité	DP-GC	
Análisis y preparación del informe de OPR con observaciones sugerencias o presentación de conformidad con los OPR	DP-GC-CD	
Elaborar el listado de entregables y asignar responsable de desarrollo/seguimiento	DP-GC	
Diseñar e Implementar medios de comunicación formales del proceso de avance	DP-GC	
Diseñar e implementar la documentación	DP-GC	
Asignar seguimiento de actividades a través de la programación de reuniones	DP-GC	
Aprobar el cronograma de desarrollo de las actividades de diseño y entrega de documentos	DP-CD-GC	
Presentación de alternativas de solución tecnológica para la carga calculada	CD	
Análisis de viabilidad por parte del cliente y aceptación de la propuesta de diseño para el sistema de climatización	DP-GC	
Aprobación de los de criterios de diseño ajustados a la carga térmica y necesidades operativas del espacio.	DP-GC	
Realizar seguimiento para compromisos de bitácora y cumplimiento	DP-CG	
Actualización permanente de los documentos y control de cambios	DP-CD -CD	
Actualización permanente de Bitácora de avance de actividades	DP-CD-CD	

Actividades del Commissioning en la fase de diseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar el Plan de Commissioning	DP-GC	
Verificar las bases del Diseño	DP -GC	
Presentación de alternativas de solución tecnológica para la carga calculada	DP-GC	
Análisis de viabilidad por parte del cliente y aceptación de la propuesta de diseño para el sistema de climatización	DP-GC	
Aprobación de los de criterios de diseño ajustados a la carga térmica y necesidades operativas del espacio.	DP-GC	
Realizar seguimiento para compromisos de bitácora y cumplimiento	DP-GC	
Actualización permanente de los documentos y control de cambios	DP-GC	
Desarrollar los procesos de Commissioning para los documentos de construcción	DP-GC-CD	
Desarrollar listas de verificación en borrador para Fase de Construcción	DP-GC	
Desarrollar borradores para las Pruebas de Verificación	DP-GC	
Definir los requisitos de entrenamiento	DP-GC	
Realizar los chequeos previos del cumplimiento de los Requisitos del Propietario para el Diseño	DP-GC	
Realizar las reuniones de equipo de Commissioning	DP-CD-GC	
Desarrollar las listas de Chequeo durante la construcción	CD	

Actividades del Commissioning en la fase de diseño		
Actividad	Responsable	Fecha
Incorporar los requerimientos del proceso de Commissioning, en las especificaciones del proyecto	DP-GC	
Desarrollar los requisitos de los programas de entrenamiento	DP-GC	
Revisar los documentos de la Fase de Diseño, versus los requerimientos del propietario	DP-CG	
Actualizar dichos requerimientos del propietario para el proyecto y el plan de Commissioning.	DP-CD-CD	
Rastrear las desviaciones que aparezcan en la bitácora de obra.	DP-CD-CD	

Actividades del Commissioning en la fase de construcción		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar el Plan de Commissioning	DP-GC	
Verificar las bases del Diseño	DP-GC	
Verificar el uso de los documentos de construcción desarrollados por el equipo de Commissioning	DP-GC-CD	
Verificar el uso y actualización de listas de verificación para Fase de Construcción	DP-GC	
Implementar y verificar las Pruebas de Verificación	DP-GC	
Definir los requisitos de entrenamiento	DP-GC	
Realizar los chequeos previos del cumplimiento de los Requisitos del Propietario para el Diseño	DP-GC	
Realizar las reuniones de equipo de Commissioning	DP-CD-GC	
Verificar, actualizar e implementar las listas de Chequeo durante la construcción	CD	
Incorporar los requerimientos del proceso de Commissioning, en la construcción del proyecto	DP-GC	
Desarrollar los programas de entrenamiento	DP-GC	
Revisar los documentos de la Fase de Diseño, versus los requerimientos del propietario y vs construcción	DP-CG	
Actualizar dichos requerimientos del propietario para el proyecto y el plan de Commissioning acorde a las novedades de la construcción.	DP-CD-CD	
Rastrear las desviaciones que aparezcan en la bitácora de obra.	DP-CD-CD	

Actividades del Commissioning en la fase de ocupación y operaciones		
Actividad	Responsable	Fecha
Actualizar los documentos de Commissioning	DP-GC	
Desarrollar el informe final del equipo de Commissioning	DP-GC	
Cierre del proceso de Commissioning	DP-GC-CD	
Verificar el proceso de entrenamiento	DP-GC	
Cerrar bitácora de obra	DP-GC	
Entregar el informe final y un consolidado de la documentación desarrollada durante la ejecución del Commissioning	DP-GC	

Apéndice E. Lista de chequeo de temas abordados durante las reuniones en la etapa de prediseño.

Tema	Acta	Entregable	Si	no
Presentación y Aprobación del plan de commissioning		Plan de commissioning		
Análisis de la arquitectura, ubicación de rutas para aire acondicionado		Informe de análisis de arquitectura existente		
Se cuenta con un sistema central preexistente		Informe de análisis de ingeniería existente		
Compartir toda la información disponible del diseño actual		Documentos compartidos del diseño previo del sistema HVAC		
Análisis de los documentos de ingeniería Existentes		Informe de análisis de ingeniería existente		
Formulación de requerimientos del dueño del proyecto		Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto		
Validación de los requerimientos con el comité médico de la UCI		Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto		
Validación de los requerimientos con el personal de mantenimiento		Validación de OPR cumplimiento de los con el diseño propuesto		
Aprobación de las bases de diseño		Bases de diseño del sistema HVAC		

Apéndice F. Lista de chequeo revisión de los diseños presentados en cumplimiento de los OPR y Criterios de diseño aprobados.

Tema	Entregable	Si	No	CUMPLE
Verificación de idoneidad del perfil del diseñador	Hoja de vida diseñador			
Cumplimiento de las bases de diseño aprobadas				
Informe de Cálculo de carga térmica, con los datos de OPR y resultados de Software	Memorias de cálculo de carga térmica			
¿Los criterios de diseño para temperaturas interiores y humedad se cumplen?				
¿Los criterios de ventilación para las diferentes áreas se cumplen?				
¿Las rutas de ductos propuestas aprovechan al máximo posible la reutilización de los ductos existentes?				
¿El informe de memorias de cálculo de carga térmica es claro y contiene toda la información necesaria para realizar la selección de equipos?				
Informe de especificaciones técnicas de materiales y equipos	Especificaciones técnicas			
¿Todos los elementos del proyecto cuentan con especificación técnica clara?				
¿La información de las especificaciones técnicas corresponde a la expectativa de diseño?				
¿Las unidades manejadoras y equipos de ventilación de aire cumplen con los OPR y las bases de diseño?				
¿El informe incluye filosofía de operación y control clara y coherente?				
¿La tabla de características técnicas contiene toda la información coherente con las memorias de cálculo de carga térmica?				
Información técnica detallada de los equipos del sistema HVAC	Hojas de datos de equipos e instrumentos			
¿Todos los equipos e instrumentos del sistema HVAC cuentan con hoja de datos?				
¿Los datos de las hojas de datos son coherentes y cumplen con los perfiles de carga de las memorias de cálculo?				
Listado de cargas eléctricas de los equipos HVAC	Listado de cargas eléctricas			
¿Todos los equipos del sistema HVAC están dentro del listado de cargas eléctricas				
¿Los datos del listado de cargas eléctricas es coherente con las hojas de selección de los equipos?				
Cantidades de obra	Memorias de cantidades de obra			
¿Todos los ítems del presupuesto cuentan con memoria de cantidades?				
¿El formato de las memorias de cantidades presentadas es el acordado por el dueño del proyecto?				

Tema		Entregable	Si	No	CUMPLE
¿Las memorias de cantidades son claras e identifican fácilmente el método de cuantificación?					
Análisis de precios Unitarios		Análisis de precios unitarios			
¿Todos los ítems del presupuesto cuentan con APUS?					
¿El formato de APU es el acordado por el dueño del proyecto?					
¿Los materiales y equipos de los APUS cuentan con cotizaciones de respaldo?					
Presupuesto		Presupuesto general HVAC			
¿Todos los elementos necesarios para la construcción están incluidos en el presupuesto?					
¿Las cantidades del presupuesto son coherentes con las memorias de cantidades de obra?					
Detalles de constructibilidad		Informe de constructibilidad			
Manual de operación y mantenimiento de los sistemas y equipos		Manual de operación y mantenimiento de los sistemas y equipos			
¿El manual de operación es claro y coherente con la filosofía de operación plasmada en las especificaciones técnicas del sistema HVAC?					
¿El manual de mantenimiento incluye todos los equipos del sistema HVAC?					
¿El manual de mantenimiento incluye la frecuencia de mantenimiento, actividades y herramientas apropiadas para ejecución de mantenimientos preventivos?					
¿El manual de mantenimiento incluye el listado de repuestos críticos de los equipos del sistema HVAC?					
El manual de mantenimiento y operación incluye el cronograma de capacitaciones					
Planos de sistema VAC		Planimetría			
¿Los planos contienen la red de ductos completa y bien etiquetada?					
¿Los planos contienen el rotulo aprobado por el dueño del proyecto?					
¿Los planos contienen la ubicación de todos los equipos del sistema HVAC?					
¿Las llegadas a los equipos están detalladas en el plano de detalles?					
¿Se realizó visita de obra para validar la correcta instalación de los materiales y equipos planteadas en el diseño?					
¿Se realizó la validación de interferencias de los diseños del sistema HVAC con las otras especialidades?					
Firma de aprobación de los diseños HVAC para construcción por parte del comité de Commissioning					

Apéndice G. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-01.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Redes de ductos		
Fecha de visita			
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio			
Calidad	Calibre lámina	Cumplimiento SMACNA	Calidad soportes
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de ductos	Distancia entre soportes	Materiales especificados
Calidad del aislamiento			
Herramienta apropiada			
Avance en obra			
Desviaciones a los diseños evidenciadas			
Verificación de bitácora de obra			
Observaciones			
Firmas			

Apéndice H. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-02.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Cuellos, rejillas y difusores de ductos		
Fecha de visita			
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio			
Calidad	Tamaño de rejillas y difusores	Color de rejillas	Damper en rejillas
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de difusores	Correcta orientación de difusores	Acabados
Calidad del empalme de cuellos a ductos			
Calidad del empalme de cuellos a rejillas y difusores			
Herramienta apropiada			
Avance en obra			
Desviaciones a los diseños evidenciadas			
Verificación de bitácora de obra			
Observaciones			
Firmas			

Apéndice I. Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC-03.

Formato de verificación de avance de construcción en obra del sistema HVAC			
Sistema verificado	Redes de tuberías de agua helada		
Fecha de visita			
El equipo de trabajo tiene la última versión de planos en sitio			
Calidad	Diámetro de tuberías	Marca de tubería corresponde a ficha de calidad	Calidad soportes
Cumplimiento de rutas	Cumple ruta de tuberías	Distancia entre soportes	Materiales especificados
Calidad del aislamiento y chaqueta			
Herramienta apropiada			
Avance en obra			
Desviaciones a los diseños evidenciadas			
Verificación de bitácora de obra			
Observaciones			
Firmas			

Apéndice J. Formato de verificación de avance de equipos del sistema HVAC-01.

Formato de verificación de equipos del sistema HVAC			
Equipo	Unidad manejadora de aire con serpentín para agua helada		
Marca del equipo			
Cantidad			
Memorias de calculo	Capacidad sensible	Capacidad latente	Caudal de aire
Equipo seleccionado			
Ficha técnica del equipo			
Carta de garantía del equipo			
Doble pared y espesor de aislamiento			
Ventiladores EC			
Alimentación eléctrica			
Control			
Caja de mezcla y Damper para toma de aire fresco			
Verificación y aprobación de hoja de fabricación			
Visto bueno para compra del equipo			

Apéndice K. Formato de arranque de equipos.

Formato de arranque de equipos		Versión 01.2020
Departamento de ingeniería	Procedimientos	FMT-AE-01
Cuaderno de pruebas de equipos		
Datos generales		
Tipo de equipo		
Marca del equipo		
Modelo del equipo		
Tag		
Serial del equipo		
Fecha de instalación		
Potencia (kw)		
Capacidad		
Caudal de aire (cfm)		
Dimensiones (in) (Largo x Alto x Ancho)		
Peso en operación (lb)		
Características eléctricas (voltaje/fases/frecuencia)		
Pruebas de funcionamiento en sitio		
Inspección visual		
Tipo de equipo		UMA
Estado de la Base y los Soportes del Equipo		
Estado de las Carcasas, Cuerpo o Cubiertas del Equipo		
Estado del Cableado y Conexiones Eléctricas		
Estado de la Tubería, Soldaduras y Aislamientos		
Nivelación		
Identificación de Vibraciones Inusuales		
Estado de la Tubería de Condensado y Aislamiento		
Verificación de Accesos de Mantenimiento		

Verificación de las Protecciones		
Verificación con el equipo encendido		
Inspección auditiva		
Tipo de equipo		UMA
Sound Power		
Sound Pressure a 3m		
Sonómetro		
Medición de Parámetros		
Tipo de equipo		UMA
Corriente de arranque (a)		
Corriente de operación (a)		
Tensión (v)		
Caudal de aire (cfm)		
Temperatura del aire de suministro (°C)		
Temperatura superficial del equipo (°C)		
FIRMAS RESPONSABLES		
Observaciones generales		

Apéndice L. Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC.

Formato de asistencia a entrenamiento para operación y mantenimiento del sistema HVAC			
Ubicación de los sistemas	Piso 5		
Fecha de entrenamiento			
Verificación de documentación para el entrenamiento			
Documentos de ingeniería	Planos ASI construidos	Fichas técnicas de los equipos	Manual de operación
	Formato de arranque de equipos	Filosofía de control	Manual de mantenimiento
El personal cuenta con las competencias mínimas para recibir en entrenamiento			
El personal fue informado previamente a la fecha de entrenamiento			
El personal está conforme con la información entregada previo al entrenamiento			
El personal que imparte el entrenamiento es idóneo para realizar la capacitación			
Se cuenta con acompañamiento por parte del fabricante de los equipos instalados			
Observaciones			
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Apéndice M. Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de las redes de ductos del sistema HVAC			
Fecha			
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación			
Tipo de uniones ente ductos			
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos			
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de los ductos			
El personal tiene clara la ejecución de las actividades			
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades			
Observaciones			
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Apéndice N. Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de las redes de tuberías del sistema HVAC			
Fecha			
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación			
Tipo de uniones ente secciones de tubería			
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos			
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de las redes de tuberías			
El personal tiene clara la ejecución de las actividades			
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades			
Observaciones			
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Apéndice O. Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC.

Formato de asistencia socialización de equipos de sistema HVAC			
Fecha			
Verificación de documentación para socialización			
Documentos de ingeniería	Planos aprobados para construcción		
	El personal tiene versión actualizada impresa	El personal realizó el recorrido de obra con planos en mano	Se detectan inconsistencias durante el recorrido
El personal cuenta con las competencias mínimas para realizar la instalación			
Tipo soportes de los equipos			
El personal tiene claras las tareas y equipos para izaje de los mismos			
Solicitud de permiso de trabajo para el izaje			
El personal cuenta con la herramienta necesaria para la correcta instalación de los ductos			
El personal cuenta con el material necesario para la correcta instalación de las redes de tuberías			
El personal tiene clara la ejecución de las actividades			
El personal está conforme con los tiempos para el desarrollo de las actividades			
Observaciones			
Firmas asistentes			
Nombre	Dependencia	Firma	

Apéndice P. Formato de visitas de verificación en obra.

Apéndice Q. Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI.

Formato de encuesta con personal sanitario de la UCI					
Fecha de encuesta					
Actividades desarrolladas dentro de la UCI					
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Considera que la UCI es confortable					
Nivel de ruido					
Disponibilidad del servicio de AA					
Comentarios					

Apéndice R. Formato de encuesta con personal mantenimiento de la UCI.

Formato de encuesta con personal de mantenimiento de la UCI					
Actividades desarrolladas con los sistemas HVAC de la UCI					
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Facilidad para acceder a los equipos					
Facilidad para implementar el plan de mantenimiento					
Disponibilidad del servicio de AA					
Disponibilidad de repuestos					

Apéndice S. Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC.

Formato de recolección de datos de visita en operación a los sistemas HVAC					
Fecha de visita					
Tiempo de operación de los equipos					
Califique de 1 a 5 los aspectos solicitados siendo 1 deficiente y 5 excelente					
Aspecto	1	2	3	4	5
Facilidad para acceder a los equipos					
Niveles de ruido dentro de la uci					
Confort					
Higiene					
Consumo de energía acorde a los formatos de arranque					
Mantenibilidad					