

Capítulo 1

Introducción

1.1. Organización del informe técnico de práctica supervisada profesional

Este informe ha sido organizado en los siguientes capítulos:

El primer capítulo introduce las actividades realizadas en la práctica supervisada profesional, detallando los objetivos y alcances de la misma, y la temática abordada en el informe técnico propiamente dicho que se desarrolló de forma independiente con respecto a la práctica supervisada profesional.

En el segundo capítulo se desarrolla la simulación del funcionamiento energético de un edificio público, en éste caso se trata de la cuarta sede de DASPU de barrio Cofico por medio del programa Energy Plus para su posterior interpretación y comparación entre el funcionamiento actual y una alternativa propuesta mejoradora.

En el tercer capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

En el anexo 1 se adjuntan los manuales de los equipos de climatización utilizados en el informe técnico.

En el anexo 2 se explican los conceptos básicos sobre energía, sus distintas formas, los principios fundamentales asociados a ella.

En el anexo 3 se desarrolla la temática relacionada con eficiencia energética. Además se realiza una breve descripción sobre la evolución de la normativa en el mundo y particularmente en nuestro país.

En el anexo 4 se describen las características del programa utilizado en éste informe que permite al usuario llevar a cabo un estudio de la eficiencia energética de una construcción.

Finalmente se detalla la bibliografía utilizada.

1.2. Planteo de la práctica supervisada profesional

En el presente trabajo se exponen las tareas realizadas en el marco de la práctica supervisada profesional del alumno Santiago Dardo Ferreyra como instancia académica necesaria para obtener el título universitario de Ingeniero Civil según el plan 2005 de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (F.C.E.F.yN.) de la Universidad Nacional de Córdoba (U.N.C.).

Se entiende como práctica supervisada profesional, abreviado como PS, a la realización por parte del alumno, de un mínimo de 200 horas de práctica en sectores productivos y/o de servicios o bien en proyectos concretos desarrollados por la institución para éstos sectores o en cooperación con ellos y es de cumplimiento obligatorio para

todas las carreras de Ingeniería Civil que dicta la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

La entidad receptora para la realización y supervisión de la PS fue la empresa IMPIANTI S.R.L.

La práctica supervisada se completará con un Informe Técnico que es el trabajo técnico y/o científico y/o desarrollo tecnológico y/o aquel trabajo de carácter analítico - científico, que constituye el “marco de referencia teórico” de la práctica profesional a realizar y de los resultados de su aplicación; de elaboración y conclusiones personales relacionado con las incumbencias profesionales e integrador de los conocimientos adquiridos, que debe realizar y presentar todo alumno para obtener el grado de Ingeniero Civil, con un cumplimiento mínimo de 100 horas.

La temática abordada en el informe técnico fue la evaluación de la eficiencia energética en edificios públicos, en éste caso se trata de la cuarta sede de DASPU de barrio Cofico por medio de los programas computacionales que simulan el comportamiento energético de los edificios.

El informe técnico forma parte de los aportes de los estudios realizados para los trabajos de investigación, que forman parte del proyecto “Identificación y valorización de diseños y tecnologías ahorradoras en los sistemas de climatización de edificios públicos” llevado a cabo por la cátedra de Instalaciones en los edificios 2, de la FCEFyN, el cual tiene como objetivo general determinar y fundamentar criterios para el diseño eficiente de sistemas de aire acondicionado y selección de equipos, tecnologías y reglas de uso en los edificios públicos.

1.3. Modalidad de la PS

La Cátedra a cargo de la PS considerará cumplida la misma cuando ésta se dé en el marco de las siguientes modalidades:

- a- Sistema de Pasantías Educativas, Ley Nacional N° 25.165
- b- Convenios de cooperación con entidades públicas o privadas.
- c- Proyectos, investigaciones u otros trabajos de extensión.
- d- Actividades laborales en relación de dependencia.

La modalidad para la realización de la PS en la empresa IMPIANTI S.R.L. fue pasantía no rentada.

1.4. Objetivos de la PS

Conforme se establece en el Régimen General de la Práctica Supervisada, en su artículo 3, dictado por Honorable Consejo Superior Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales en el año 2004, los objetivos que se pretenden son:

- Brindar al estudiante experiencia práctica complementaria en la formación elegida, para su inserción en el ejercicio de la profesión, cualquiera sea su modalidad.
- Facilitar el contacto del estudiante con instituciones, empresas públicas o privadas o profesionales que se desempeñan en el ámbito de los estudios de la disciplina que realizan.
- Introducir en forma práctica al alumno en los métodos reales y códigos relativos a las organizaciones laborales.
- Ofrecer al estudiante y profesores experiencias y posibilidades de contacto con nuevas tecnologías.
- Contribuir con la tarea de orientación del alumno respecto a su ejercicio profesional.
- Desarrollar actividades que refuercen la relación Universidad – Medio Social, favoreciendo el intercambio y enriquecimiento mutuo.
- Redactar Informes Técnicos convenientemente fundamentados acerca de la práctica propuesta y los resultados de su realización.

Con el propósito de poder abordar la mayor cantidad de los objetivos indicados en el régimen, se propuso, como se dijo anteriormente, por un lado, la realización la PS por medio del desarrollo de tareas específicas de gabinete u oficina para cooperar con la ejecución de obras por parte de la empresa IMPIANTI S.R.L. incluyendo visitas durante el avance de las mismas, y por otro lado la realización de una investigación acerca de eficiencia energética en el edificio público de DASPU sede Cofico, que se presenta en forma de un informe técnico.

Las tareas fueron desarrolladas entre el 11 de marzo y el 31 de junio del año 2013.

1.5. Temática de la PS

El tema de la PS debe pertenecer a alguna de las áreas de orientación de la Carrera, la temática abordada en esta PS está enmarcada dentro de las instalaciones de edificios que forman parte de las tecnologías aplicadas que se desarrollan a lo largo de la carrera.

1.6. Desarrollo de la práctica supervisada profesional

El Régimen General de la Práctica Supervisada, según las resoluciones 296 y 389 del Honorable Consejo Directivo establece como pasos administrativos previos al desarrollo de la misma el siguiente procedimiento:

- Elección de la entidad receptora donde se desarrolla la práctica supervisada

- Recopilación de la documentación que acredite la vinculación del alumno con la entidad receptora.
- Presentación de la propuesta de la práctica supervisada.
- Designación de tutores.
- Desarrollo de las actividades de la práctica supervisada.

CAPÍTULO 2

Práctica supervisada profesional

2.1 Introducción.

En el presente capítulo se explicará en qué consistió la práctica supervisada realizada por el alumno Santiago Dardo Ferreyra en la empresa IMPIANTI S.R.L.

2.2. Entidad receptora

La empresa donde se realizó la práctica supervisada profesional fue IMPIANTI S.R.L., ubicada dentro de la ciudad de Córdoba. Las tareas principales que desarrolla la empresa consisten en instalaciones de gas, agua, sanitarias y de climatización, con sus artefactos conexos (Incluye la instalación de compactadores, calderas, sistemas de calefacción central, etc.), instalaciones para edificios de vivienda e industriales y obras de ingeniería civil.

2.3. Objetivos y alcance de la práctica supervisada realizada en IMPIANTI S.R.L.

Se han planteado para el desarrollo de la práctica supervisada profesional los siguientes objetivos:

- 2.3.1. Contrastar los conocimientos teóricos adquiridos con los trabajos realizados en la empresa, contando con la guía del tutor y el resto del equipo profesional de la empresa.
- 2.3.2. Adquirir conocimientos respecto al modo en que se lleva a cabo una obra termo mecánica desde el diseño hasta la instalación de sus equipos.
- 2.3.3. Aplicar el programa computacional Energy Plus para el modelado y la simulación energética del edificio D.A.S.P.U.
- 2.3.4. Aplicar el programa computacional eQuest para el estudio de la simulación energética del edificio D.A.S.P.U.
- 2.3.5. Desarrollar un juicio crítico en torno de los nuevos conceptos estudiados.

2.4. Desarrollo de la práctica supervisada profesional

La PS se realizó bajo la tutela y supervisión del ingeniero civil Juan Arturo Alippi (tutor docente), jefe de la cátedra Instalaciones en edificios 2 de la FCEfYN, y el ingeniero civil Pablo Dalesson (asesor externo) que forma parte del equipo de profesionales de dicha empresa.

Las actividades llevadas a cabo por el estudiante para cumplir con los objetivos planteados anteriormente, consistieron en un conjunto de tareas relacionadas con obras

de la empresa IMPIANTI S.R.L. como confección y corrección de planos generales y de detalle. En ellos fue necesario aplicar algunos conceptos de diseño ya vistos durante el curso de Instalaciones de los edificios 2 aunque también fueron adquiridos conceptos nuevos que forman parte de la actividad profesional.

Además se realizaron cálculos de cómputos y presupuestos de materiales para la licitación de obras, consultas a proveedores, visitas técnicas a talleres de fabricación, visitas a obras para llevar un seguimiento de los procedimientos y sus avances, pudiendo evaluar la higiene y seguridad dentro de las mismas, entre otras.

Por otro lado también se tuvo la oportunidad de conocer la forma en que se manejan los costos de las obras y cómo se hacen los registros de los mismos dentro de la empresa.

En muchas ocasiones fue posible poner en práctica conceptos adquiridos durante el cursado de la carrera y en muchas otras se adquirieron nuevos conceptos específicos relativos a la especialidad de la empresa.

2.5. Modalidad operativa

Las actividades se realizaron en las oficinas de la empresa de lunes a viernes en el horario de 08:30 hs. a 14.30 hs. entre el 11 de marzo y el 31 de junio del año 2013.

Capítulo 3

Eficiencia en edificios públicos. DASPU

3.1. Introducción

En el presente capítulo se presenta la simulación energética realizada para el edificio de DASPU, ubicado en la ciudad de Córdoba, en el barrio Cofico, en calle Juan de Campillo 146, a través del programa computacional Energy Plus y Open Studio desarrollados por entidades gubernamentales de EE.UU.

Primero se explica brevemente la historia y el funcionamiento del edificio, luego se detallan los pasos seguidos y variables introducidas en el programa para finalmente presentar los resultados que intentan respaldar una alternativa mejoradora desde el punto de vista de la eficiencia energética del edificio.

3.2. Eficiencia energética en los edificios

La eficiencia energética puede entenderse como la disminución de la cantidad de energía utilizada para proporcionar productos y servicios. Según investigaciones realizadas por la Secretaria de Energía de la nación, el 20% de todos los recursos energéticos del país, corresponden a la demanda del sector edilicio residencial, valor que se corresponde con el resto del mundo, ésta demanda es principalmente para acondicionamiento térmico, refrigeración, calefacción, ventilación e iluminación. Resulta necesario resaltar que en la mayoría de los edificios el 50% de la demanda surge de los sistemas de acondicionamiento que poseen los mismos.

Entonces si se logra aumentar la eficiencia de todo el equipamiento utilizado dentro de las viviendas y de los edificios, los costos de energía a nivel nacional se verían notablemente reducidos, sin disminuir la calidad del servicio prestado a los habitantes.

Actualmente ya se están desarrollando políticas nacionales para incentivar la eficiencia energética, por ejemplo a través del etiquetado obligatorio a partir del año 2004 para la comercialización de distintos artefactos eléctricos residenciales e industriales, que brindan información sobre el consumo eléctrico del mismo, esto permite dar lugar a la consideración energética en el momento de adquirir el producto. El etiquetado obligatorio se logró a través del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) puesto en vigencia en el año 2007 que tiene por objetivo mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores consumidores de energía de la nación.

3.3. Edificio de la cuarta sede de DASPU

Se comenzará con una breve descripción de DASPU.

DASPU es una Obra Social Universitaria, entidad pública no estatal constituida de acuerdo con la Ley 24741 de 1996, que crea las Obras Sociales Universitarias. Conserva en su denominación las siglas de la Dirección de Asistencia Social del Personal Universitario (D.A.S.P.U.) creada en 1957 como dependencia para la asistencia de la salud de docentes y no docentes de la Universidad Nacional de Córdoba quienes son los afiliados obligatorios de la Obra Social. DASPU ofrece cobertura de salud a una creciente población, que hoy suma cerca de 6



Figura 3.1: Logotipo de DASPU

0 mil afiliados.

DASPU brinda servicios integrales para el cuidado de la salud, con atención de todos los niveles de complejidad, otorgando prestaciones médicas, prácticas de laboratorios, diagnósticos por imágenes, psicoterapia, fisioterapia, odontología y otras especialidades. Para la atención de primer nivel ha desarrollado capacidad propia con una infraestructura adecuada, seleccionando profesionales de excelencia.

DASPU tiene como meta constituirse en la mejor Obra Social Universitaria del país. Para ello sus objetivos continuos son: elevar la calificación del personal, mejorar su infraestructura de atención y renovar y ampliar sus programas y convenios.

DASPU posee cuatro sedes:

SEDE CIUDAD UNIVERSITARIA: Av. Valparaíso s/n -Ciudad Universitaria

SEDE MATERNIDAD / PLAZA COLÓN Santa Rosa 1047 - Alberdi

SEDE CERRO DE LAS ROSAS Tristán Malbrán 3822- Cerro de las Rosas

SEDE COFICO Campillo 346 – Cofico

3.4. Datos de la sede

3.4.1. Ubicación y emplazamiento



Más allá de la categoría del edificio, los pacientes pueden permanecer internados según las necesidades, pero dada la complejidad del centro quirúrgico y por lo tanto de las operaciones, en ningún caso se superarían los 5 días de internación.

3.4.3. Horarios de atención

Los horarios de atención de la sede son de lunes a viernes de 08:00 a 20:00 horas y sábados de 08:00 a 12:30 horas.

3.4.4. Funcionalidad

Actualmente el edificio está compuesto por dos plantas. En la planta baja, se encuentra el hall de ingreso, la auditoria médica, el sector de recepción y a lo largo de la circulación de espera se distribuyen los distintos consultorios según sus especialidades.

En el ala Oeste se encuentran los consultorios de Radiología, Mamografía, Ecografía, Extracción de sangre, Fisioterapia y Gimnasio.

En el ala Este se encuentran Ginecología, Pediatría, Clínico 1 (oftalmología y nutrición), Clínico 2 y 3, Odontología 1 y 2 y Auditoria odontológica

Al final de la circulación se encuentra la salida de emergencia y los sanitarios públicos.



Figura 3.5: Corredor de planta baja

En la planta alta se encuentran las oficinas de administración y coordinación, un consultorio auxiliar y a lo largo del corredor se distribuyen:

Cuatro habitaciones de recuperación para los pacientes en etapa pre o post operatoria, según sea el caso y una habitación para el médico de guardia.

Enfermería

La zona de la cocina y el comedor para empleados administrativos y personal médico.

Sanitarios y vestuarios para el personal médico.

Al finalizar el corredor se encuentra el sector de cirugías.

La planta alta cuenta con dos quirófanos, una sala de recuperación, un sector de esterilización, otro de anestesia y vestuarios exclusivos para personal médico del quirófano.



Figura 3.6: Corredor de planta baja

Cabe destacar que el edificio posee dos cajas de circulación vertical con escalera y ascensor, una de ellas se encuentra dentro de la planta del edificio, y otra fuera de la planta del mismo, la cual es exclusiva para pacientes ya que contiene un ascensor para camillas y su ubicación permite el traslado del paciente directamente a la ambulancia o a un vehículo particular en planta baja.



Figura 3.7: Ingreso y salida de vehículos

En la terraza se encuentra una de las salas de máquina del edificio, y sobre ésta el tanque de reserva de agua.



Figura 3.8: Sala de máquinas

En las siguientes figuras se observan los planos de la planta baja y la planta alta con la distribución de sus distintos espacios y finalmente la planta de techos.

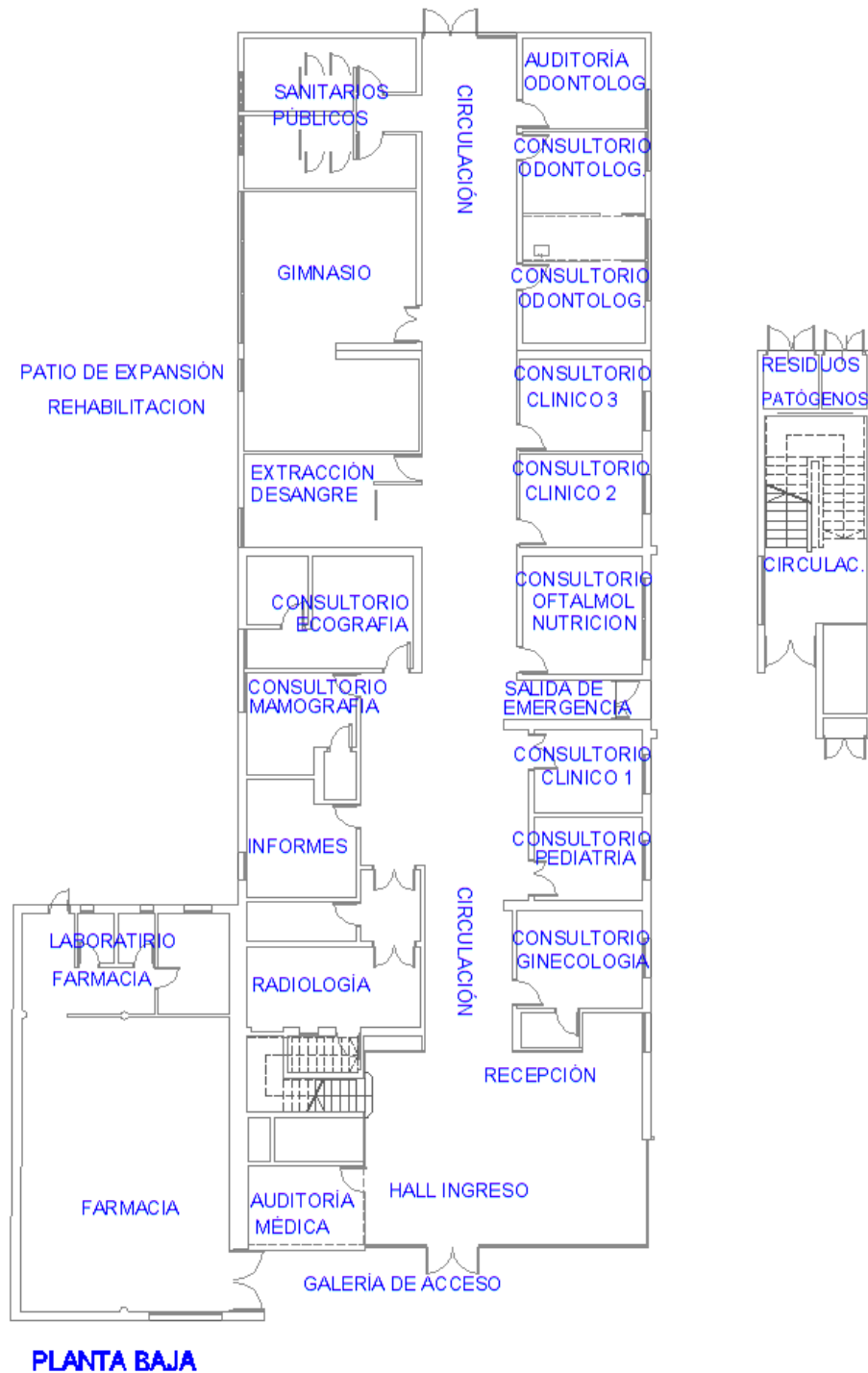
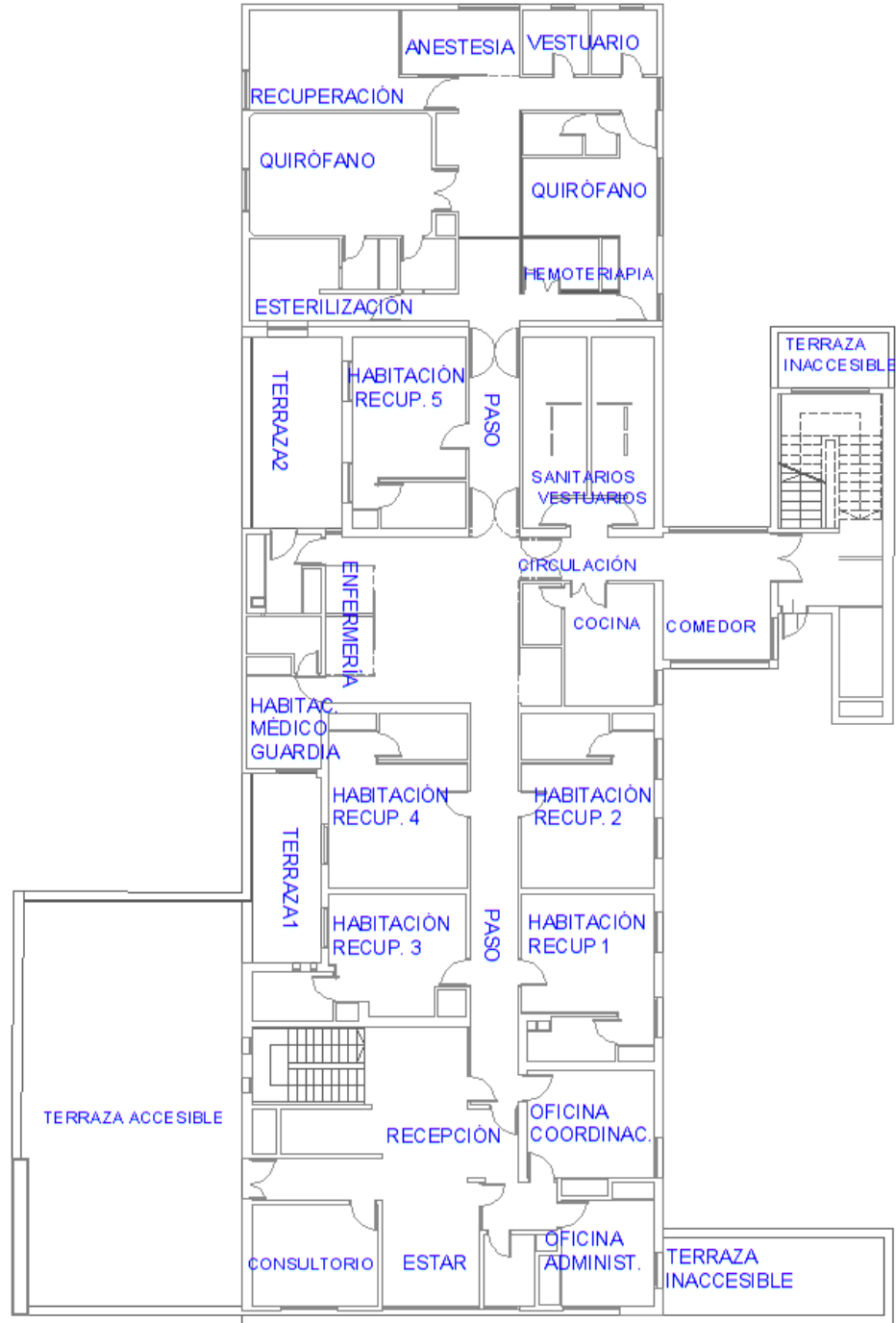
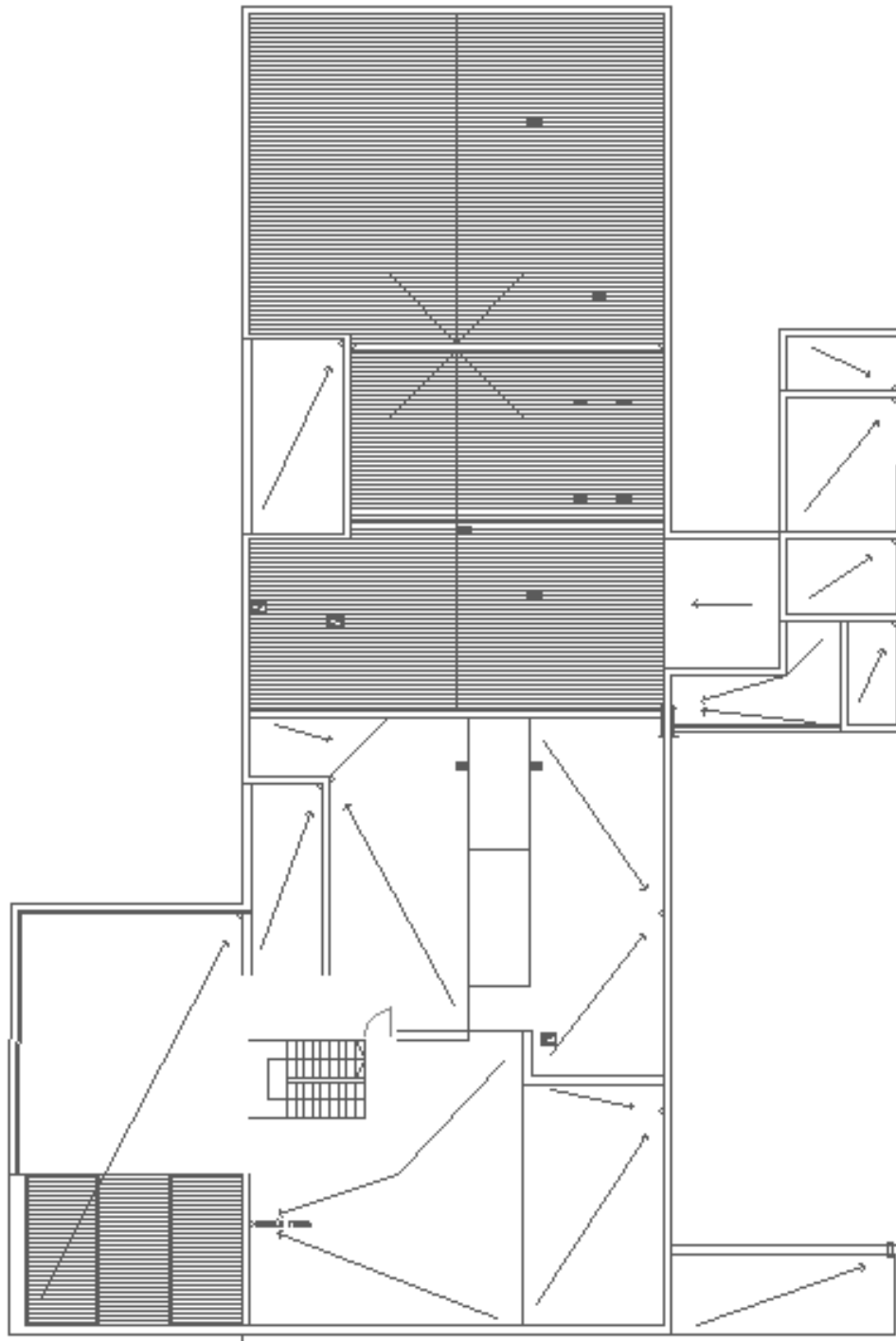


Figura 3.9: Plano de la planta baja



PLANTA ALTA

Figura 3.10: Plano de la planta alta



PLANTA TECHOS (AZOTEA NO ACCESIBLE)

Figura 3.11: Plano de la planta de techos

3.5.

Modelación

La modelación del edificio se realiza teniendo en cuenta el proyecto de ejecución, con los parámetros geométricos y constructivos, así como las instalaciones de climatización, calefacción, ventilación, y eléctricas que posee el edificio según planos de proyecto proporcionados por el Ing. Piumetto que desarrolla su actividad en el laboratorio de baja tensión de la FCEFyN.

El modelo base representa el funcionamiento actual del edificio, éste se contrastará con un segundo modelo alternativo para estimar la calidad de los sistemas energéticos del edificio propuestos y la influencia de las mejoras introducidas en los alternativos.

El modelo base comparte las mismas características del propuesto como alternativa en cuanto a emplazamiento y localización, al número de plantas, número de ambientes, y superficies, necesidades de ventilación, cargas térmicas interiores, zonificación interior, horarios de ocupación, actividades, temperaturas interiores, zonas termales climatizadas y sin climatizar,

Tanto el modelo base del edificio como el propuesto deben incluir todos los componentes de uso de energía significativos, incluyendo, el transporte vertical, la ventilación, iluminación interior y exterior, y cargas generadas por procesos que se lleven a cabo dentro del edificio.

Ciertos parámetros se determinan en base a criterios establecidos en ASHRAE 189.1 y ASHRAE Hospitals and Clinics, como son las características de los cerramientos, potencia de iluminación, eficiencia de los motores y de los ventiladores para éste tipo de edificio, debido a que no se tiene disponibilidad del material mecánico o constructivo aplicado exactamente en el edificio de DASPU, por otro lado los materiales o combinación de los mismos deben estar contemplados por los estándares dados por ASHRAE.

Debido a ciertas características constructivas y refacciones realizadas, el edificio actualmente posee algunos ambientes sin climatizar, éstos son, el comedor y la caja de circulación exclusiva para pacientes, en planta alta. Esta deficiencia en el sistema actual será contemplada en el modelo base como corresponde, y también en el modelo propuesto como alternativa para que los resultados arrojados puedan ser comparados.

Existen algunos parámetros característicos de las simulaciones que deben ser idénticos en todas ellas con el fin de permitir la realización de comparaciones de los resultados obtenidos. Estos parámetros tales como, clima, horarios de ocupación, temperaturas operativas interiores deben ser iguales en todos los modelos. Los más importantes que pueden resaltarse son:

- Horarios y ocupación

El edificio se encuentra ocupado todos los días del año, excepto los domingos. Se considera ocupado desde las 8:30 hasta las 20:00 hs. de lunes a viernes con picos a las 10:00 y las 16:00 hs. y de 8:30 hasta las 12:30 los sábados, días en los que se tiene menos actividad y número de pacientes, teniendo en cuenta que siempre hay encargados de seguridad y médicos de guardia durante todo el horario de atención de la sede y pacientes internados ocasionalmente.

Los consultorios en DASPU Cofico son 12, teniendo en cuenta el consultorio auxiliar en planta alta y se presta atención médica de lunes a viernes en todos ellos, turnándose los médicos con una grilla de horarios fijos semanales. Los sábados se atiende solo en 5 consultorios, clínico 1, clínico 2, clínico 3, y pediatría, y además se cuenta con un médico odontólogo de guardia en consultorio de odontología.



Figura 3.12: Consultorio de ginecología

- Horarios de iluminación

Los horarios de iluminación utilizados corresponden a estándares habituales dados por las plantillas de los programas, en caso de ser necesario se realizó la modificación pertinente al valor por defecto para adecuarse a los horarios y los co

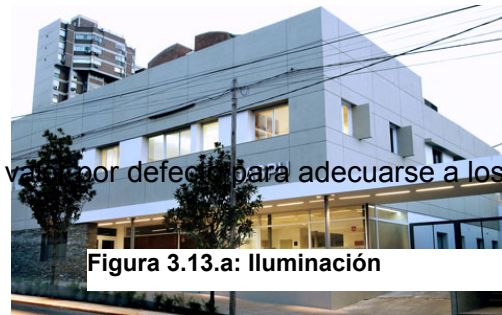


Figura 3.13.a: Iluminación

- Equipamiento interior

El equipamiento interior del edificio comprende todos los sistemas y artefactos que pueden producir un consumo energético de algún tipo que no es debido a la iluminación, calefacción, o ventilación. Al tratarse de un edificio de una obra social, cada zona según la especialidad, posee distintos artefactos que son contemplados por los programas a través del uso de plantillas y asignaciones de espacios tipo.



Figura 3.13.b: Equipamiento del quirófano

- Temperaturas interiores

Las temperaturas interiores de consigna para refrigeración y calefacción son:

Refrigeración: 23.9 °C. Calefacción: 21.1 °C

- Set points:

Edificio ocupado: 25°C (77° F) 19°C (66° F)

Edificio sin ocupación: 26°C (79° F) 18°C (64° F)

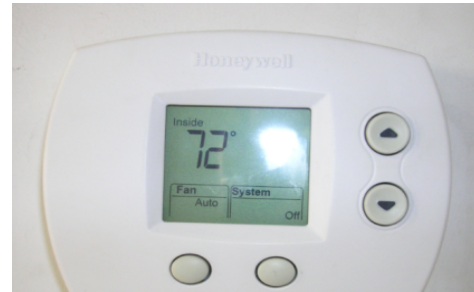


Figura 3.14: Termostato en planta baja

- Condiciones climáticas exteriores

Las condiciones climáticas exteriores son establecidas por medio de un archivo climático con datos históricos del clima de la ciudad de Córdoba, medidas que fueron realizadas desde el aeropuerto internacional ubicado dentro de la misma ciudad, ingeniero A. Taravella.

- Envolverte

Los materiales utilizados para la construcción del edificio se desconocen, pero se puede considerar que se aplicaron los materiales y las técnicas constructivas típicas de la región.

- Introducción de datos

La introducción de datos en el programa de simulación, correspondientes a las características del edificio, se realiza para cada zona según la especialidad y para cada sistema de climatización definiéndose en todos los casos los parámetros necesarios para simularlo. En algunos casos se obtuvo información al respecto y en otros se consideró el cumplimiento de estándares según lo establecido por ASHRAE para hospitales por medio de la plantilla del software o directamente por medio de la aplicación de la norma.

3.6. Programación en Energy Plus

La geometría del edificio de DASPU se representó por medio del software libre Sketch Up de Google. Para que la geometría pueda ser interpretada por Energy Plus, se debe dibujar por medio de un software “interprete” llamado Open Studio desarrollado por laboratorio nacional de energías renovables de EE.UU. (NREL), el cual funciona a través del Sketch Up como es explicado en el anexo 4.

3.6.1. Geometría de la envolvente

El primer paso consiste en cargar la plantilla Hospital, de ésta manera, una vez que se encuentre dibujado el edificio, se podrán asignar a los distintos ambientes del edificio los espacios tipo típicos de un hospital. También se cargará la plantilla Clínica Ambulatoria para contar con otros espacios tipo necesarios para el modelo.

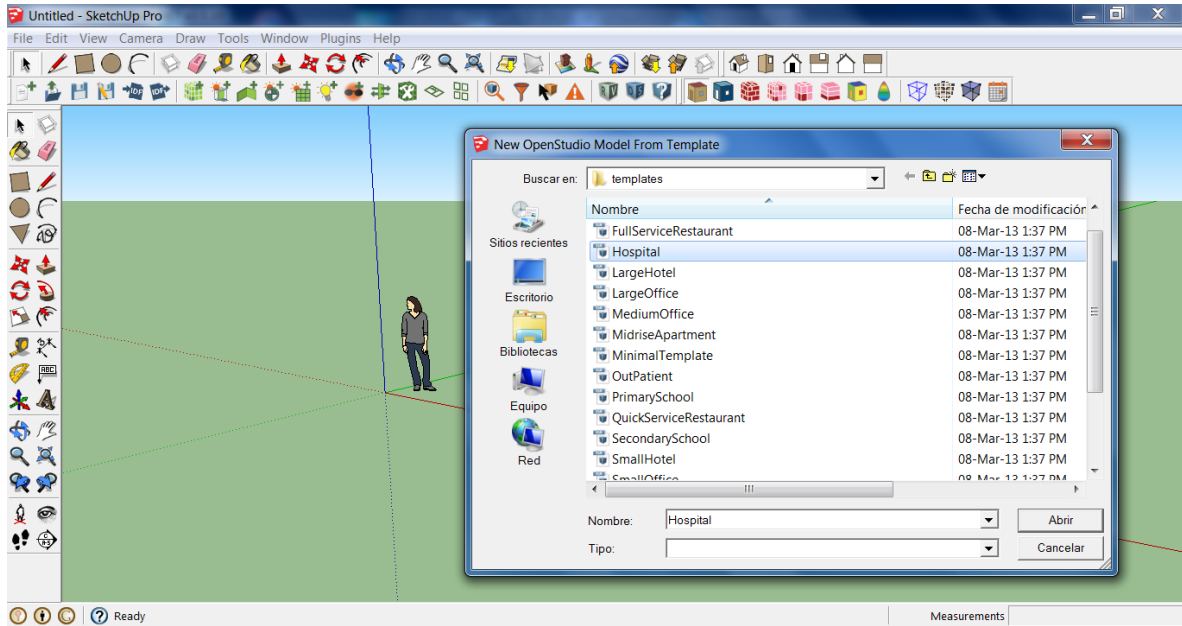


Figura 3.15: Plantillas de Open Studio

Es importante aclarar que no es posible cargar plantillas una vez que se comenzó a dibujar el modelo.

3.6.2. Plantas

Luego se procede a dibujar la geometría de la planta baja del edificio, considerando todos los espacios que la conforman. De esta manera, por medio de la herramienta Create Spaces From Diagram, se crean dichos espacios ingresando la altura de la planta, y la cantidad de plantas iguales que se quieren crear. Para el caso del edificio de DASPU se dibuja una planta a la vez, primero la planta baja, luego la planta alta, y finalmente las cajas de circulación vertical que no tienen losas.

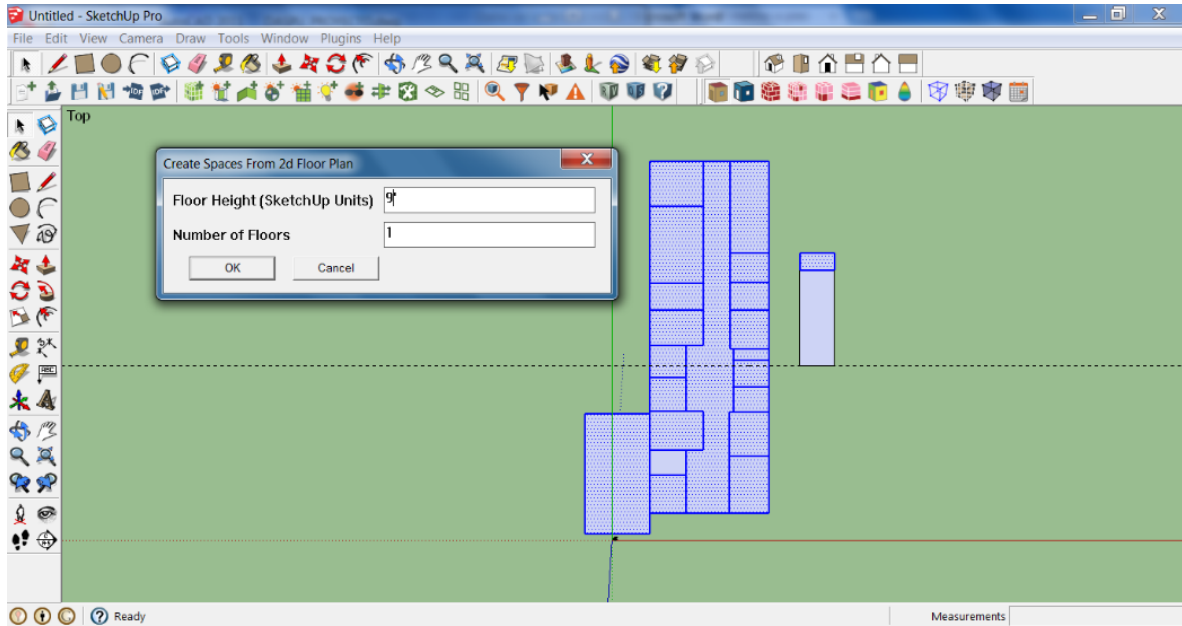


Figura 3.16: Proyección de la planta baja

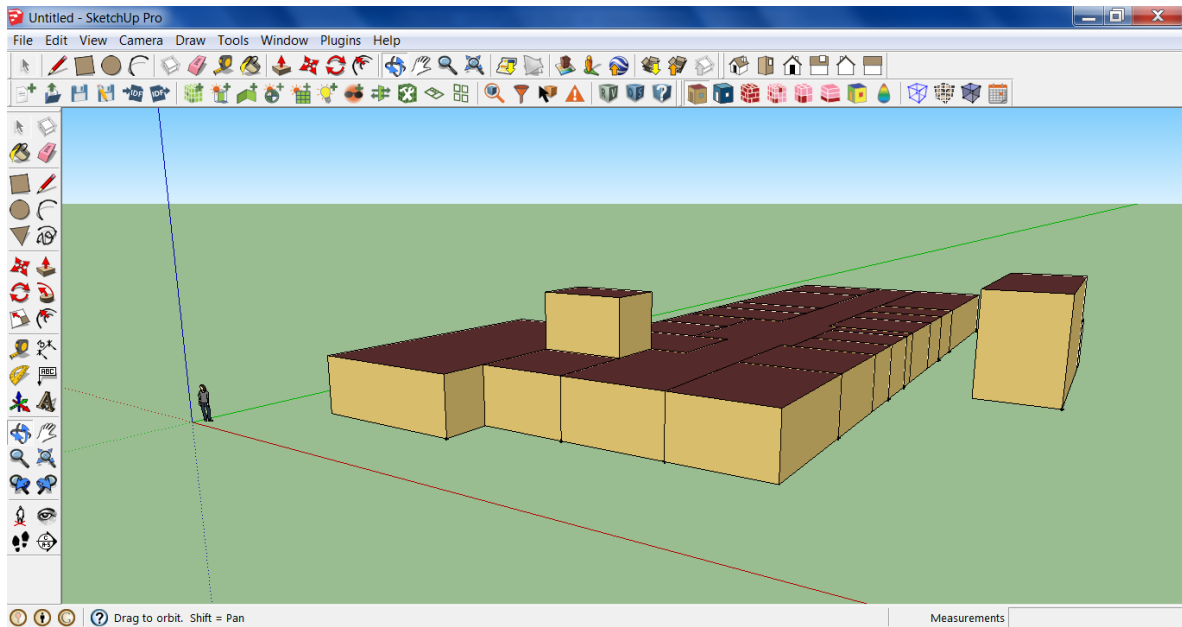


Figura 3.17: Planta Baja

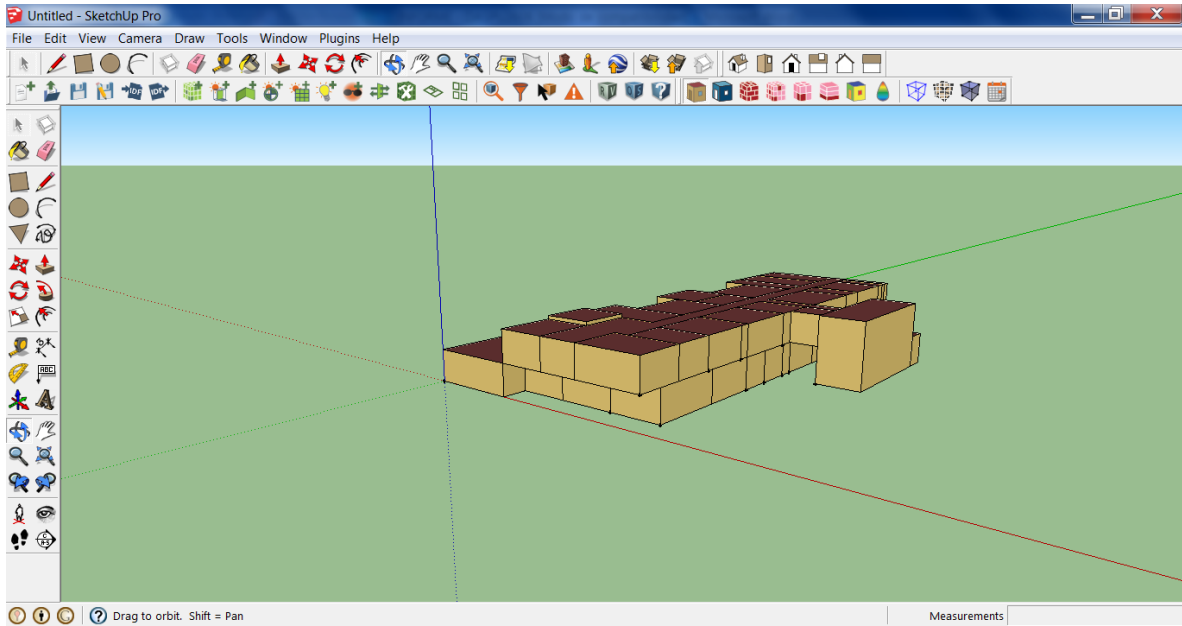


Figura 3.18: Planta baja y planta alta

Al crear espacios con la herramienta Create Spaces From Diagram, automáticamente se pueden identificar los espacios como entidades de Open Studio y no es necesario crear los espacios uno a la vez.

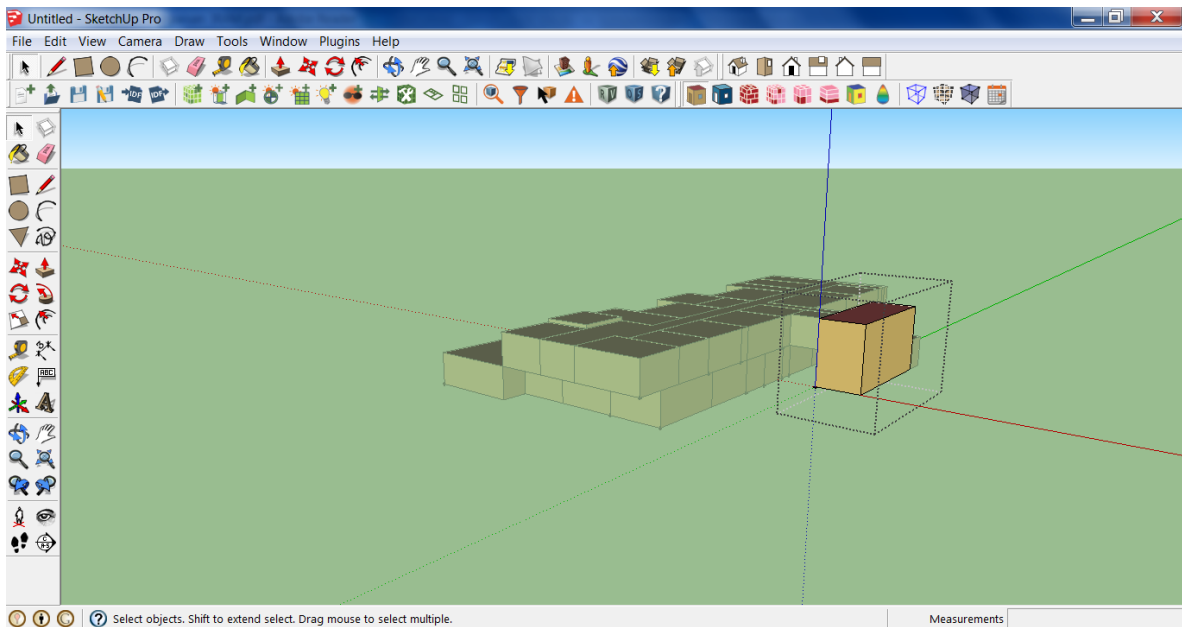


Figura 3.19: Espacio de Open Studio

3.6.3. Aberturas

Hay muchas maneras de crear aberturas. La más rápida consiste en utilizar Open Studio User Script.

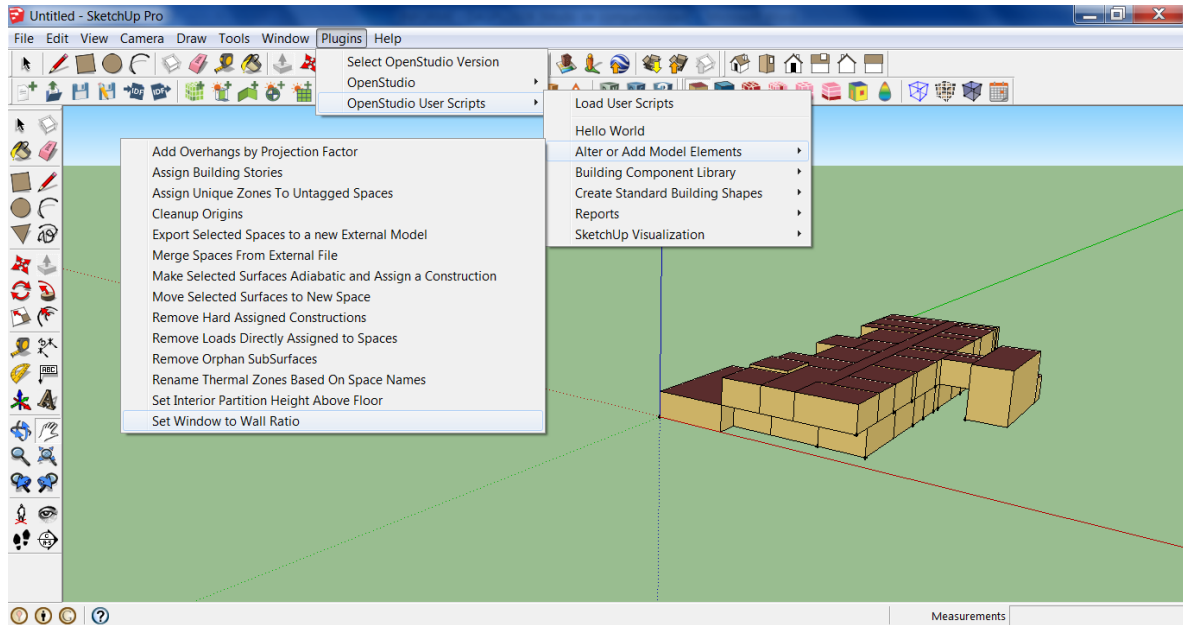


Figura 3.20: Utilización de script para aberturas

Por medio del script Set Window Wall to Ratio, se ingresa el porcentaje o fracción de superficie de muro que ocupa la abertura y a qué distancia su ubica del piso (o del techo) y automáticamente genera aberturas con dimensiones proporcionales a cada uno de los muros del edificio.

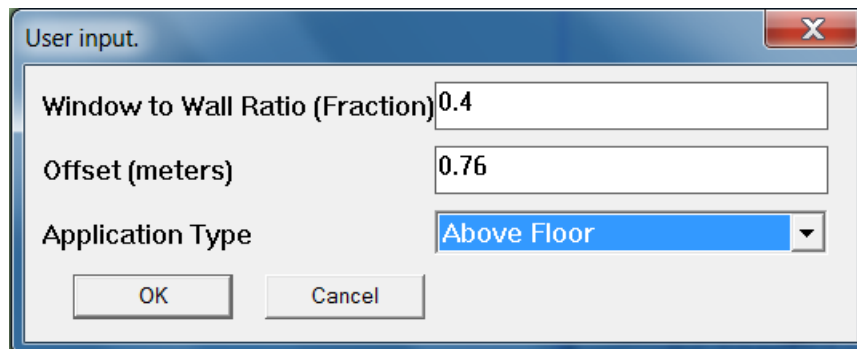


Figura 3.21: Entrada de datos para aberturas

Otra manera de dibujar las aberturas, en caso de contar con espacios reconocidos por Open Studio es por medio del comando rectangle. El espacio Open Studio reconoce automáticamente una abertura como ventana (transparente o traslucida) si se encuentra

despegada del suelo, y como puerta (opaca) si se encuentra pegada al suelo.

En el caso del edificio DASPU, las aberturas se dibujaron de forma aproximada como un porcentaje de la superficie de los muros según la información disponible en planos de proyectos y visitas realizadas.

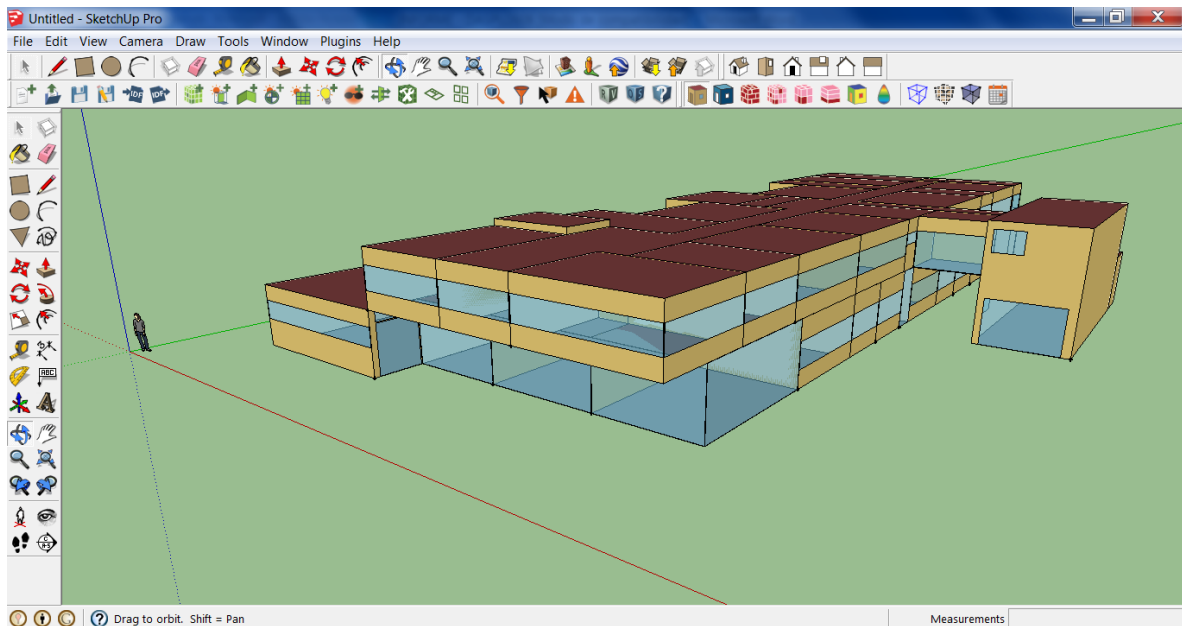


Figura 3.21: Edificio con definición de aberturas

3.6.4. Aleros

Todas las ventanas del edificio de DASPU poseen alero generado por el mismo espesor del muro, para considerar éstos aleros en el modelo se utiliza el script Add Overhangs by Projection Factor.

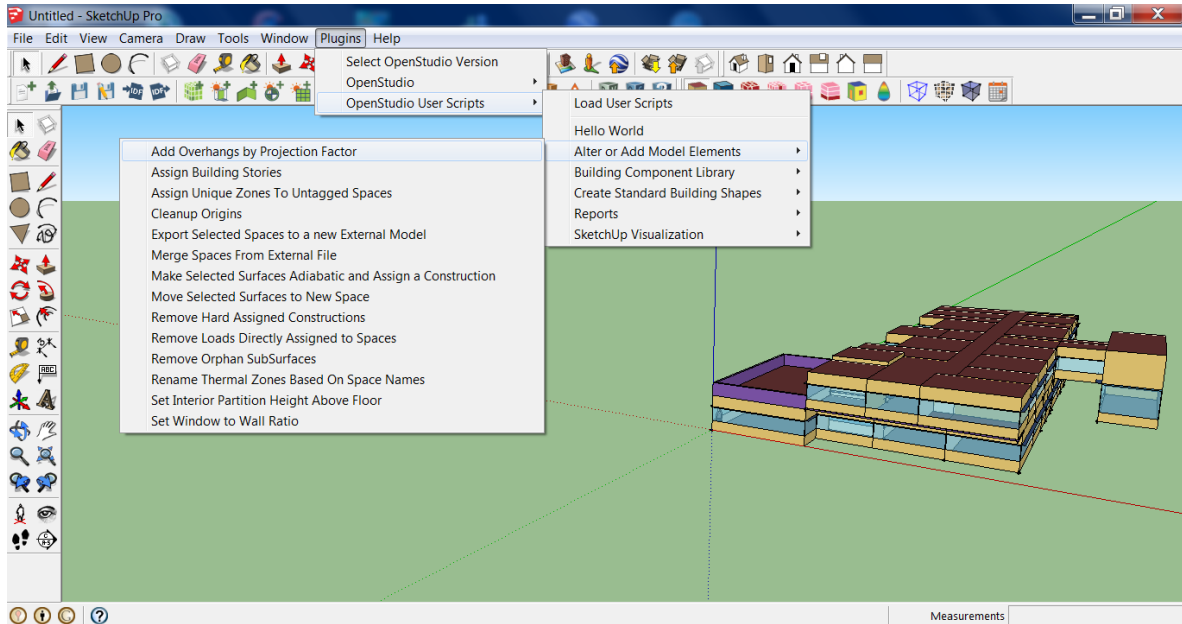


Figura 3.22: Utilización de script para aberturas

Se debe ingresar el factor de proyección del alero y la separación con respecto al borde de la abertura.

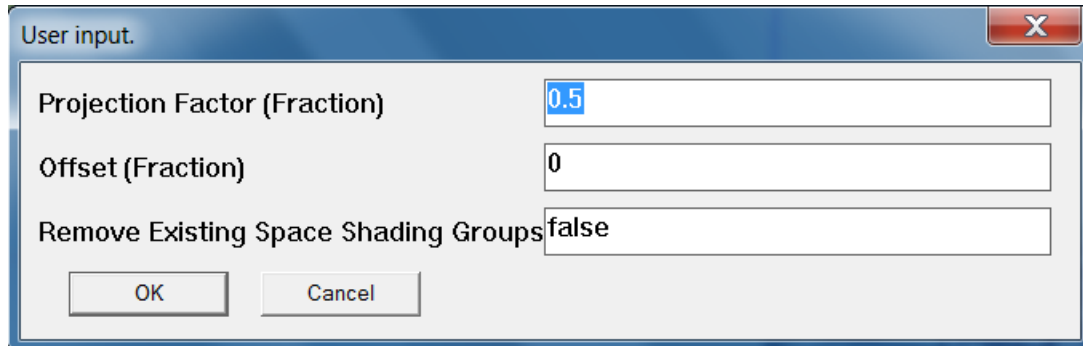


Figura 3.23: Entrada de datos para aleros

Cualquier otra superficie que genere sombras se obtiene por medio de la herramienta New Shading Surface Group y se dibuja a través de los comandos de Sketch Up para obtener la geometría deseada.

El comando sombra (Shadow) de Sketch Up ayuda a predecir cómo se producirán las sombras para cualquier hora y día del año debido a las superficies creadas anteriormente.

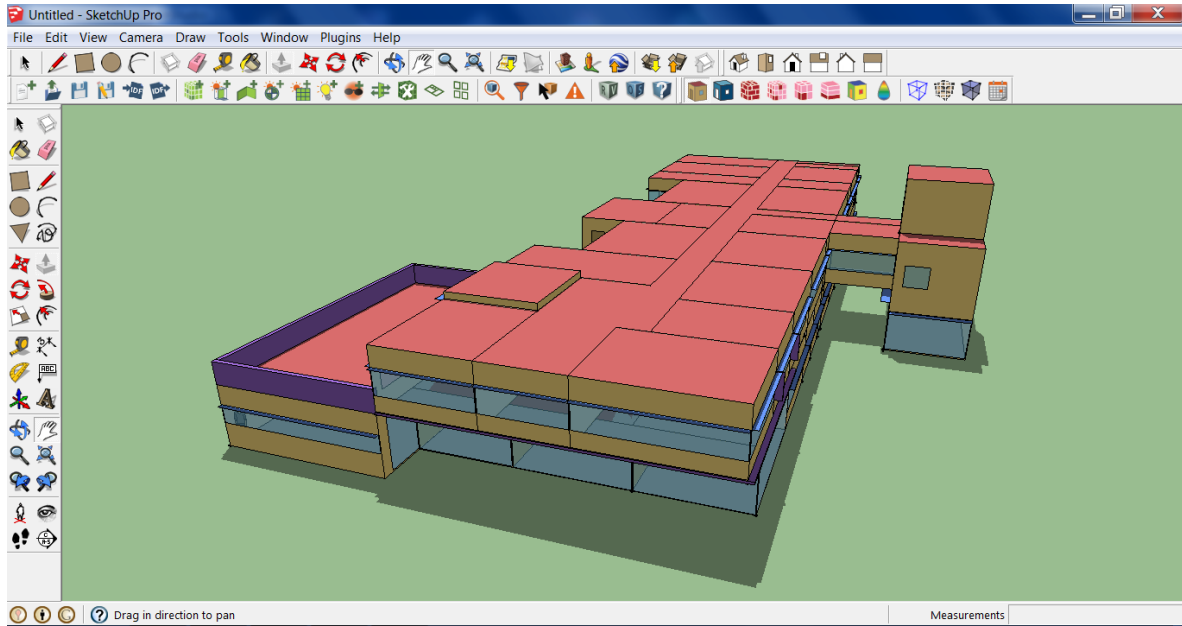


Figura 3.24: Proyección de sombras en fachada

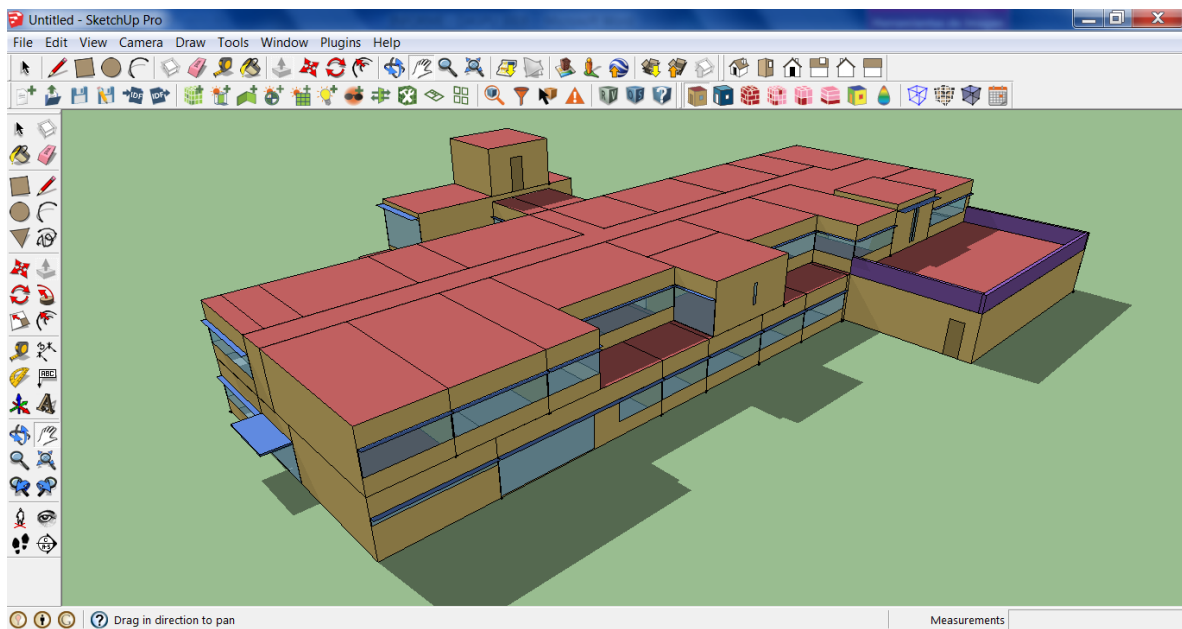


Figura 3.25: Proyección de sombras ala oeste

3.6.5. Condiciones de borde

Es necesario diferenciar los muros interiores de los exteriores para que durante la simulación se tenga en cuenta aquellos muros que reciben viento y sol de los que no lo hacen. Esto se podría hacer muro por muro pero con Open Studio se puede hacer más rápido al utilizar la herramienta Surface Matching aplicándola sobre todo el modelo. Una forma de verificar si las condiciones de borde fueron establecidas como deseamos realmente, es a través del renderizado del modelo según condiciones de borde, por medio del cual se observan los muros interiores verdes, los exteriores y los techos azules, los pisos sepia y las superficies que generan sombra, en color blanco.

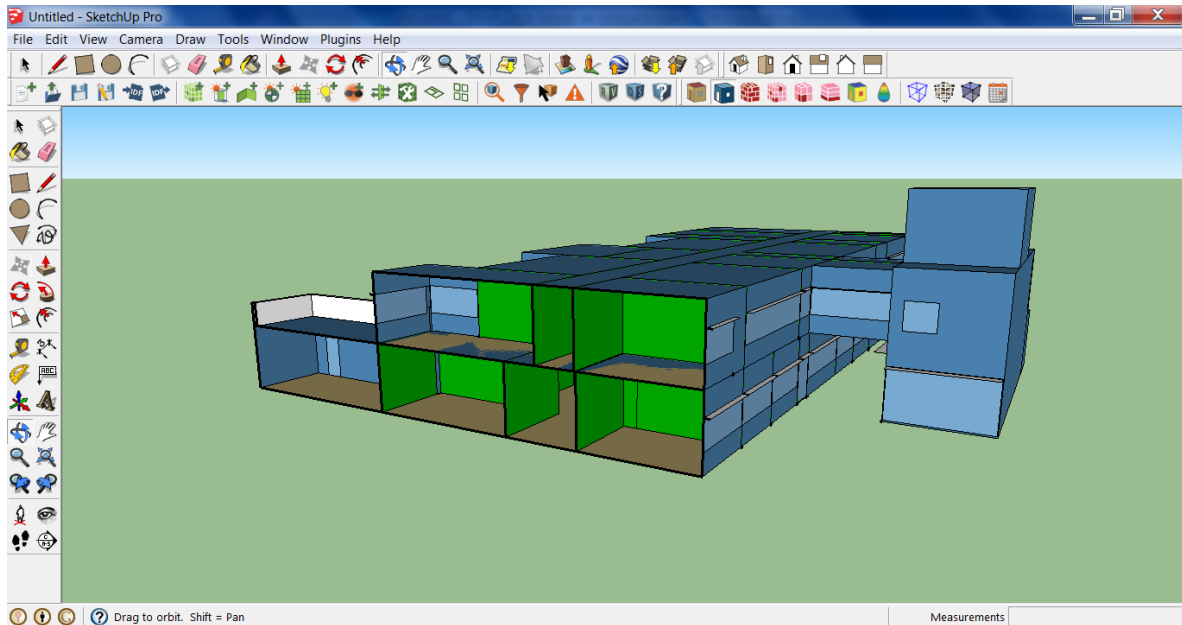


Figura 3.26.a: Condiciones de borde

3.6.6. Espacios tipo

La definición de espacios tipo se realiza por medio de la herramienta, Set Attributes to Selected Spaces. Para visualizar la asignación de espacios tipo se renderiza el modelo según espacios tipo, por defecto todos los espacios son habitaciones de recuperación de pacientes. Al seleccionar cada uno de los locales de DASPU a los cuales se les quiere asignar un espacio tipo, se utiliza la herramienta Set Attributes to Selected Spaces el cual brinda la posibilidad de asignar distintos espacios pertenecientes a las plantillas cargadas inicialmente, en éste caso hospital y clínica ambulatoria, todos ellos contemplan las cargas asociadas a la funcionalidad del espacio según el estándar 90.1 o el 189.1 para las 8 zonas climáticas de EEUU, que se definen según rangos de temperatura, humedad, precipitación o grados días según el criterio adoptado para definir cada una. Las zonas desde 1 hasta 3 comprenden territorios cálidos y húmedos, con rangos de temperatura de 19° C a 23° C con más de 500 milímetros de precipitación, y las zonas desde 4 hasta 8 comprenden territorios que van desde templados hasta fríos y subárticos con temperaturas medias de invierno desde -3 ° C hasta 22 °C.

La normativa IRAM 11900 clasifica los territorios de Argentina, donde Córdoba forma parte de la zona 3A Templada Subseca, pero el criterio de clasificación no puede aplicarse a Energy Plus, ya que el programa solo contempla zonas climáticas estadounidenses, por lo que hay que buscar una zona equivalente a la nuestra. Para la simulación se considerará que el clima de Córdoba se aproxima a una zona 4B (mixed dry: templada seca) según la clasificación realizada por el estándar 189.1 de la normativa ASHRAE, para EEUU.

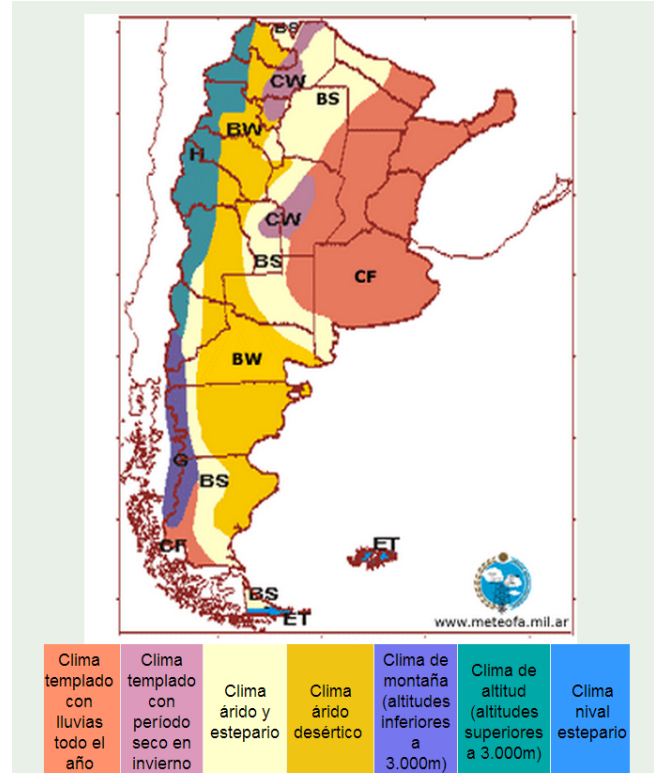


Figura 3.26.b: Zonas Climáticas de Argentina

A continuación se observa la asignación del espacio enfermería (Nurse station) según estándar 189.1 para zonas climáticas de 4 a 8.

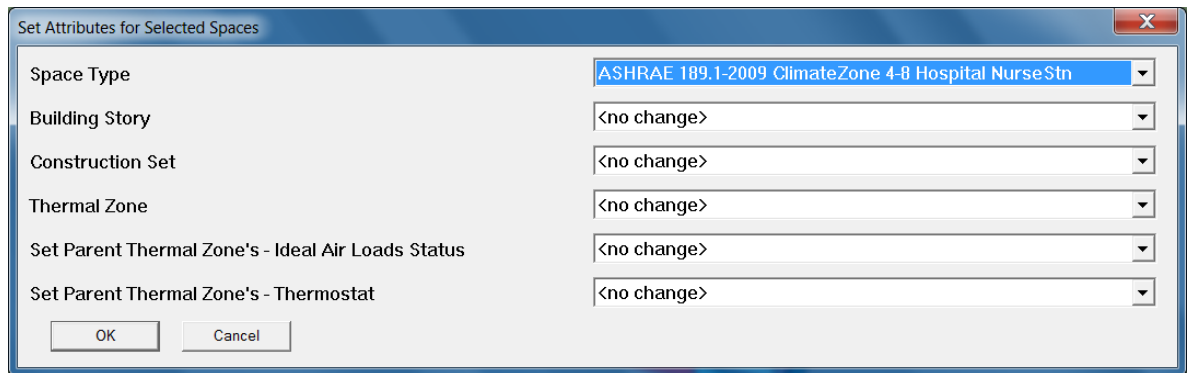


Figura 3.27: Asignación de espacios tipo

En caso que la plantilla cargada no contenga un espacio que es necesario asignar a algún local del modelo por medio del uso de la librería Building Component Library (BCL) se pueden cargar otras plantillas y así disponer de otros espacios tipos.

De ésta forma, todos los locales poseen sus cargas definidas por medio de la normativa ASHRAE según las actividades que se desarrollen dentro del mismo. En caso que algunos valores deban modificarse, ésto puede hacerse desde Open Studio.

A continuación se puede observar el modelo renderizado según los espacios tipo, cada espacio queda identificado por su color asignado por defecto.

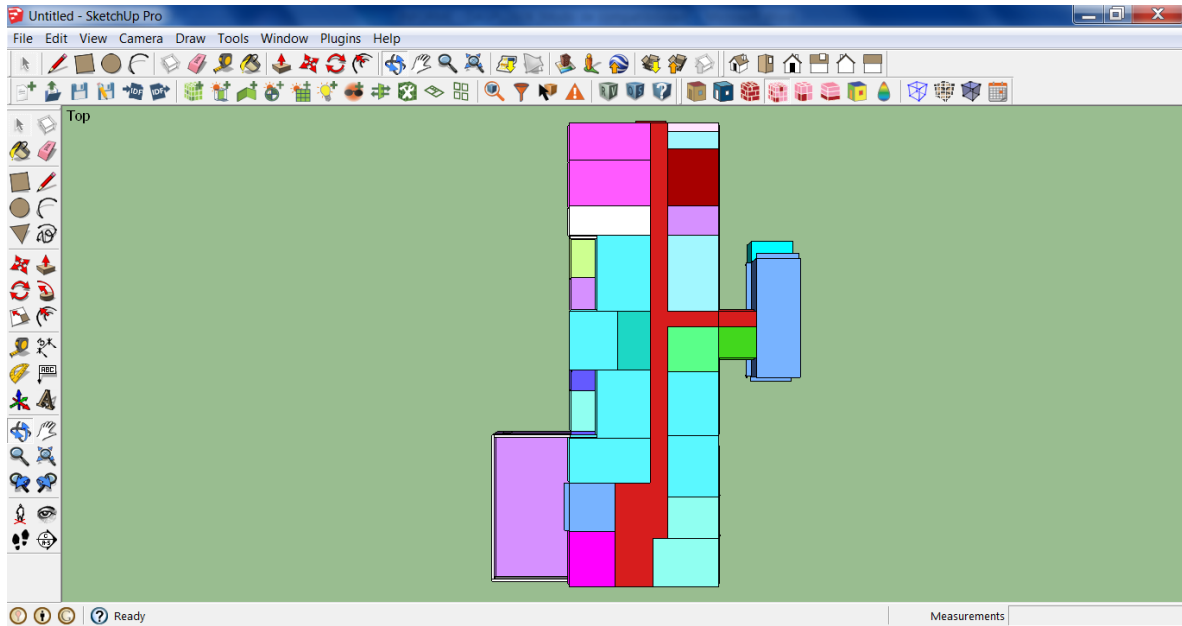


Figura 3.27: Renderizado de espacios tipo

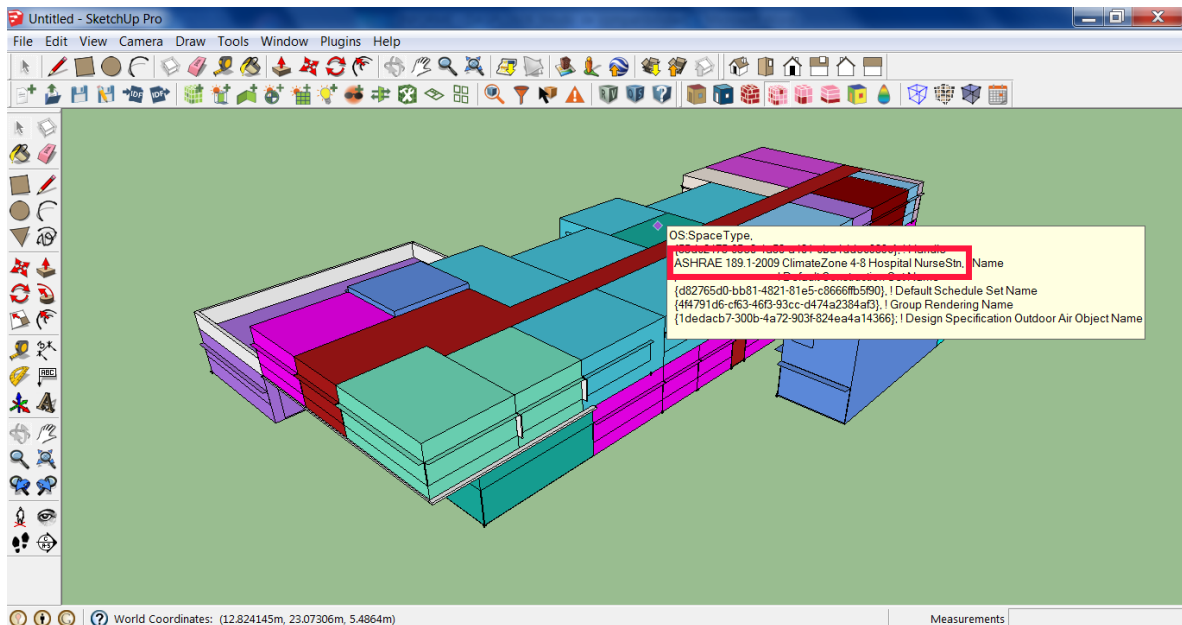


Figura 3.28: Renderizado de espacios tipo (Enfermería)

3.6.7. Zonas termales

Una zona termal es el espacio o conjunto de espacios cuyo volumen de aire se encuentra a una temperatura uniforme, teniendo en cuenta la transferencia de calor y el almacenamiento de calor por parte de las superficies que lo delimitan o que se encuentran dentro de él, por lo tanto el diseñador de sistemas de acondicionamiento espera que en ese espacio se tengan cargas térmicas similares. Se definen para reducir el número de sistemas de acondicionamiento en la edificación y así lograr reducir los costos de inversión.

Para definir una zona termal se utiliza la misma herramienta Set Attributes to Selected Spaces. Para visualizar la asignación de zonas termales se renderiza el modelo según zonas termales, por una cuestión de flexibilidad en el modelo base de DASPU, se va asignar a cada local, una zona termal. Esto también se debe al hecho de que Energy Plus no permite servir una zona termal con dos ciclos asociados a equipos de climatización, entonces si se presenta el caso en la alternativa, de necesitar cambiar no sólo los equipos si no la forma en que se distribuyen las zonas que éstos sirven, el modelo no contaría con la libertad para realizar esos cambios.

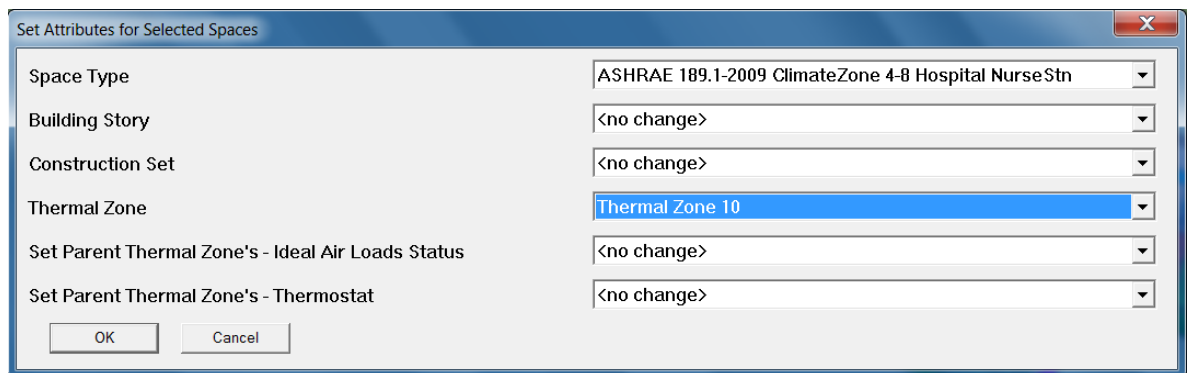


Figura 3.29: Asignación de zonas termales

A continuación se puede observar el modelo renderizado según las zonas termales, cada zona queda identificada por su color.

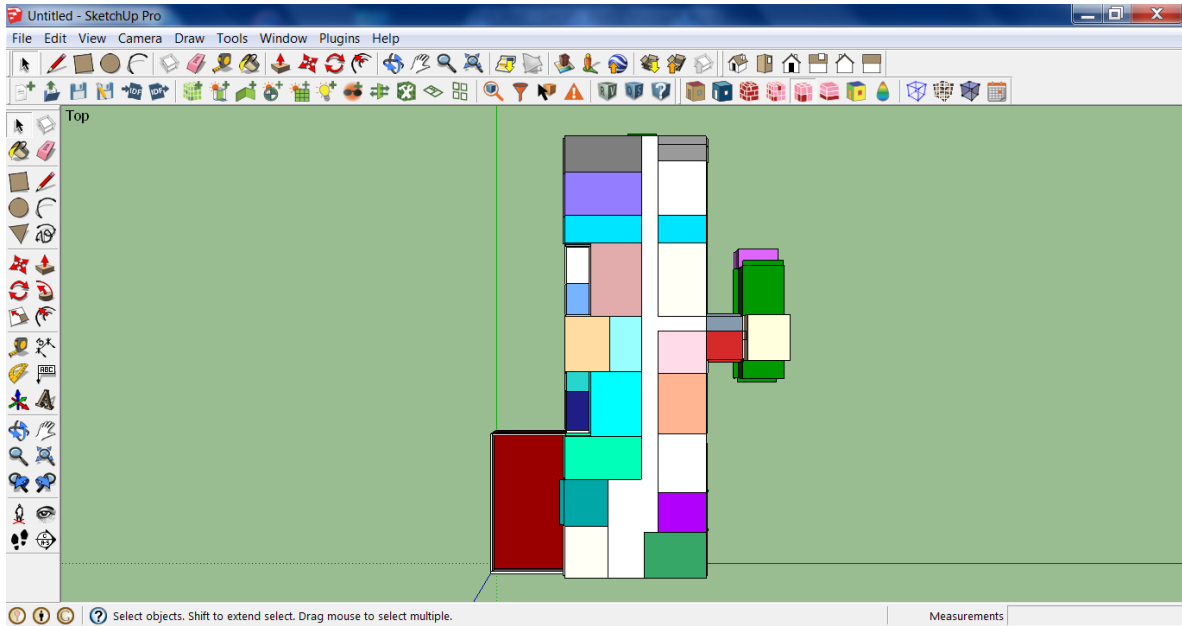


Figura 3.30: Renderizado de zonas termales

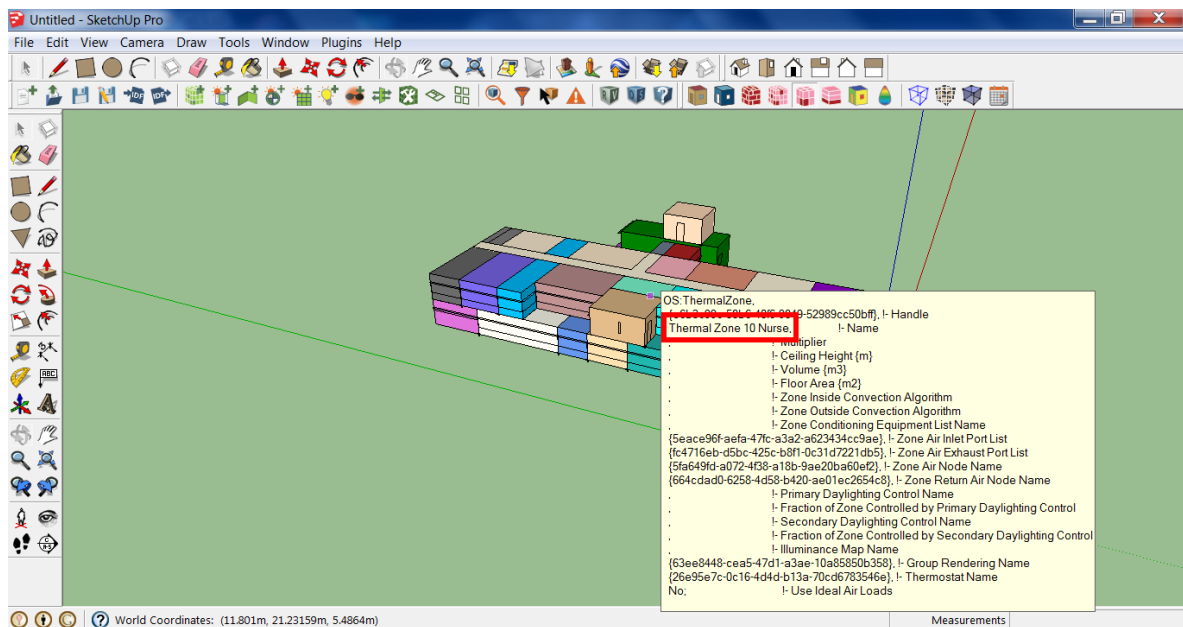


Figura 3.31: Renderizado de zonas termales (Enfermería)

Luego de asignar todas las zonas termales, se selecciona todo el modelo y con la misma herramienta, se carga un termostato al edificio, el cual podrá ser modificado desde Open Studio.

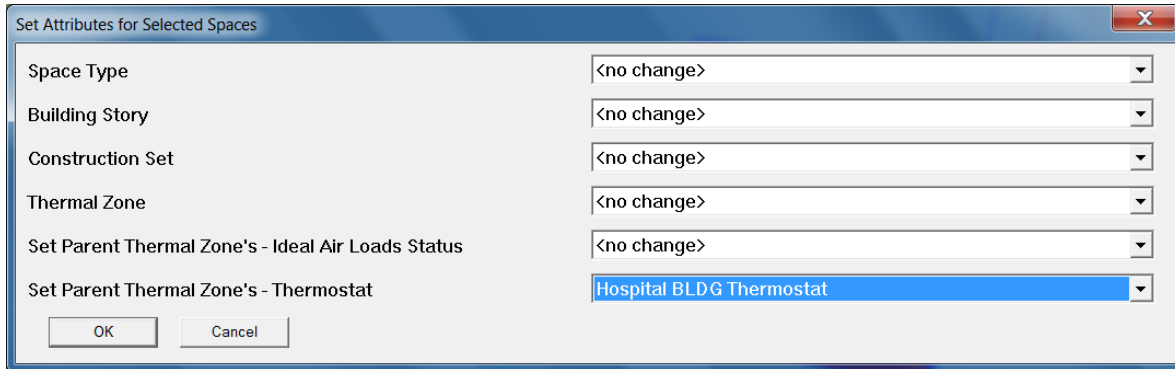


Figura 3.32: Designación del termostato

3.7. Open Studio

Desde Sketch Up, se puede abrir por medio de una ventana, la pantalla de Open Studio, en ésta ventana se puede observar un menú en su parte izquierda que nos permite desplazarnos sobre distintos aspectos que hacen al edificio y su funcionamiento.

3.7.1. Sitio

Comenzamos por la primera opción dentro del menú, que es Sitio (Site) para cargar dentro de la sección Archivo Climático (Weather File), el archivo climático de la localidad donde se encuentra emplazado el edificio, en éste caso, el edificio se encuentra en la ciudad de Córdoba, por lo tanto se cargará el archivo que posee los datos históricos disponibles respecto al clima de ésta ciudad, medidos desde el aeropuerto internacional Ing. Taravella en 1987, que se obtuvo a partir de correcciones realizadas al archivo climático de la ciudad de Buenos Aires del mismo año que se encuentra disponible en la página web del laboratorio nacional de energías renovables de EEUU, NREL.

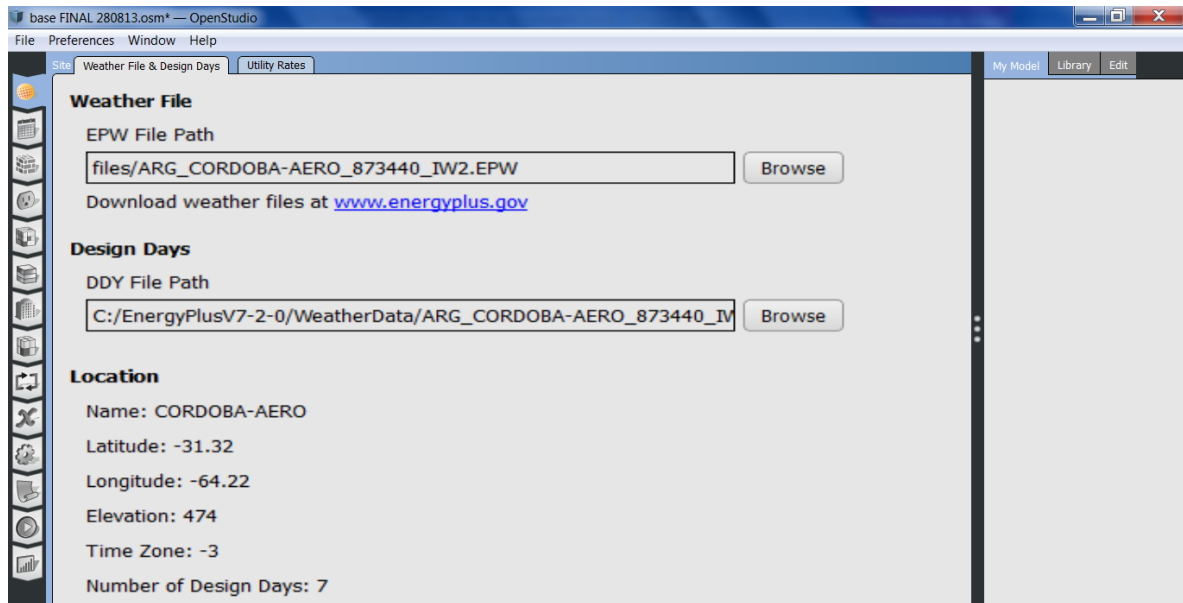


Figura 3.33: Introducción del archivo climático

La sección Impuestos por Servicios (Utility Rates) para ingresar los costos de los servicios con los que cuenta el edificio actualmente no está disponible para la versión Open Studio 0.11.0.

3.7.2. Horarios

En la sección Year Settings se observa que la simulación se puede realizar para un año completo, un semestre, una estación, etc., en éste caso se simularan las 8760 horas con datos climáticos del año 1987.

Se puede activar desactivar la opción Daylight Savings Time, para que el modelo considere o no, la posibilidad de ahorro de energía eléctrica por la luz del día, esto depende del lugar en el cual se encuentre el edificio, en el caso del edificio de DASPU, al encontrarse en Córdoba, se puede suponer que existirían ahorros de energía en primavera y en verano. Las fechas de éste periodo de ahorro se pueden ingresar definiendo el día exacto o por medio del archivo climático.

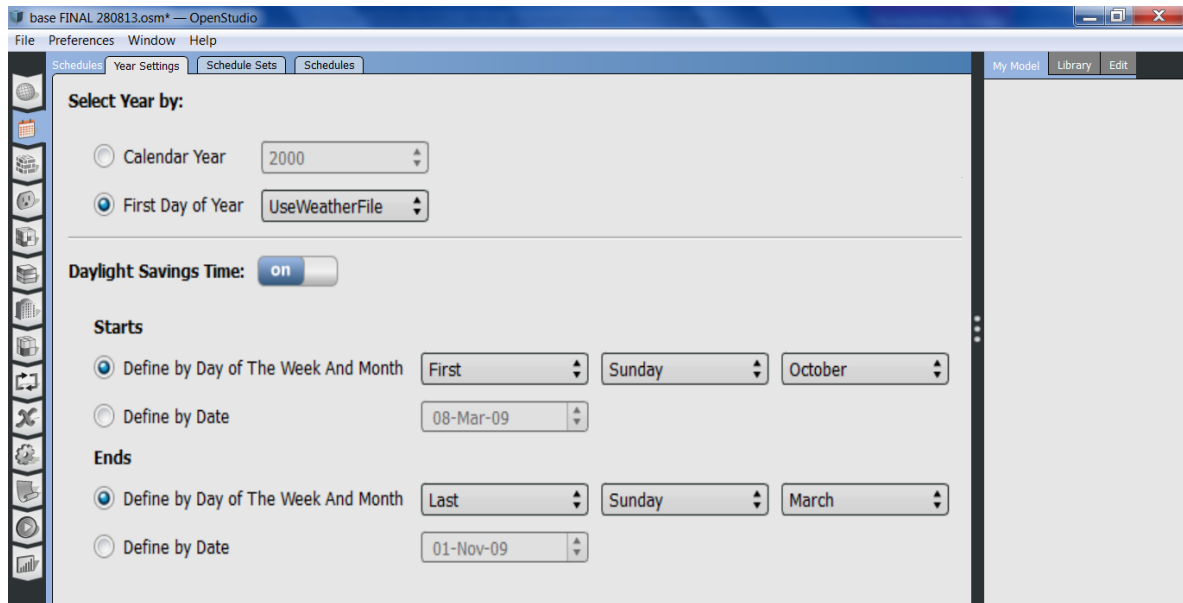


Figura 3.34: Selección de fecha de inicio de la simulación y del periodo de ahorro por iluminación natural

La sección colección de horarios (Schedule Sets), es decir, el conjunto de horarios de los distintos locales del edificio, vienen dados por Open Studio, se pueden modificar y si fuese necesario, también se pueden agregar otros sets de horarios para cualquier local.

Existen por defecto diez sets de horarios para todos los locales: Horas de operación, Número de personas, Actividad de personas, Iluminación, Equipamiento eléctrico, Equipamiento a gas, Equipamiento de agua caliente, Equipamiento de vapor, Otros equipamientos, Infiltración.

A continuación se puede observar el set de horarios que posee por defecto el vestidor para el personal médico del edificio (Dressing Room).

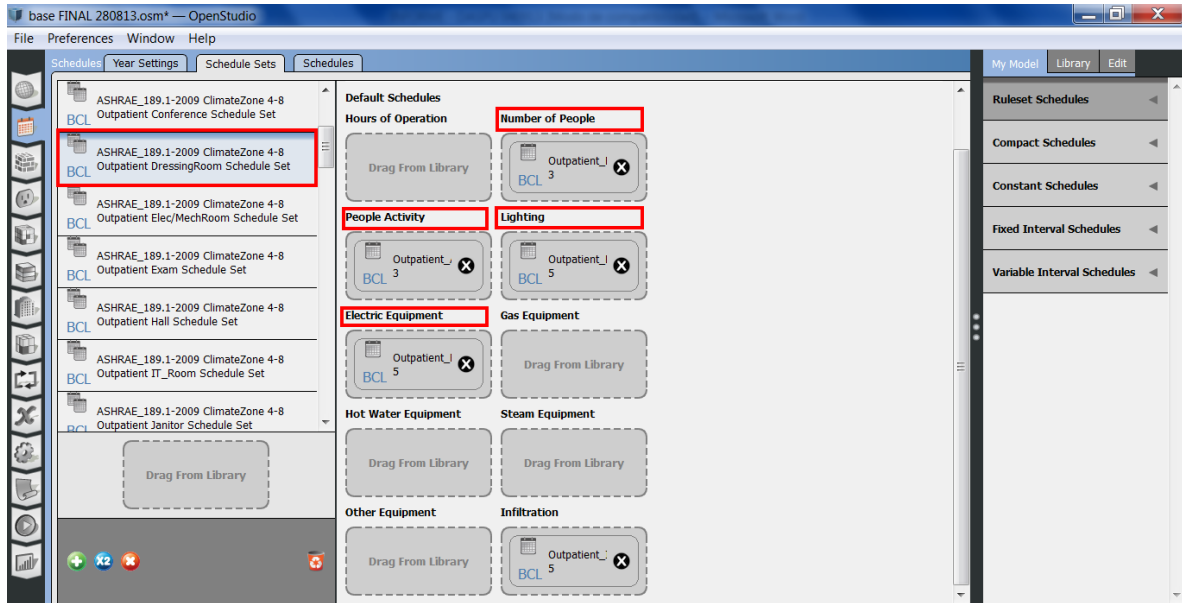


Figura 3.35: Set de horarios del vestidor

Los horarios también vienen dados por Open Studio, se dividen en “siempre encendido” y “siempre apagado”, además para cada horario se tienen prioridades según como funcione el local.

En éste caso, solo se utilizó “siempre encendido” y se modificaron los límites horarios según la apertura y cierre del edificio.

A continuación se observa el horario de la cocina de DASPU (Kitchen Gas), la prioridad 2, que tiene en cuenta la actividad de lunes a viernes de 08 a 20 hs.

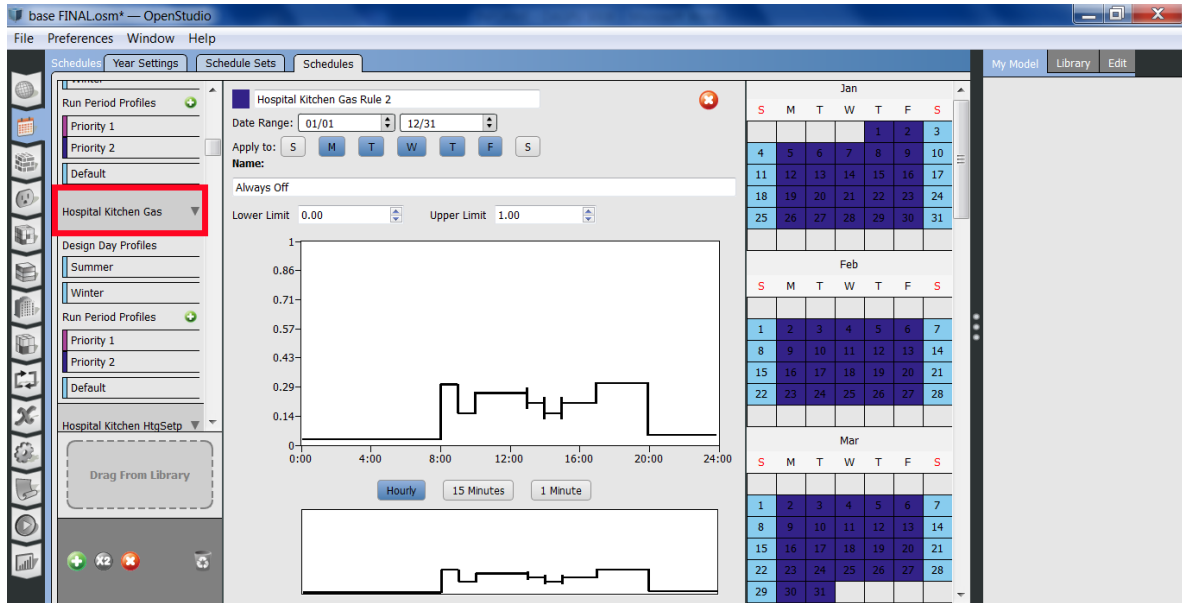


Figura 3.36: Horario de la cocina

3.7.3. Conjunto de Construcciones

En la sección Colección de construcciones (Construction Sets), el conjunto de construcciones para los distintos locales del edificio, vienen dados por Open Studio, se pueden modificar y si fuese necesario, también se pueden agregar otros sets para cualquier local.

Para el edificio de DASPU se mantuvieron todos los sets de construcción por defecto, que son aquellos que contempla el estándar 189.1 de la norma ASHRAE.

A continuación se puede observar el set constructivo para las superficies exteriores, interiores, ya sea muro, piso, o techo y para la superficie que hace contacto con el terreno.

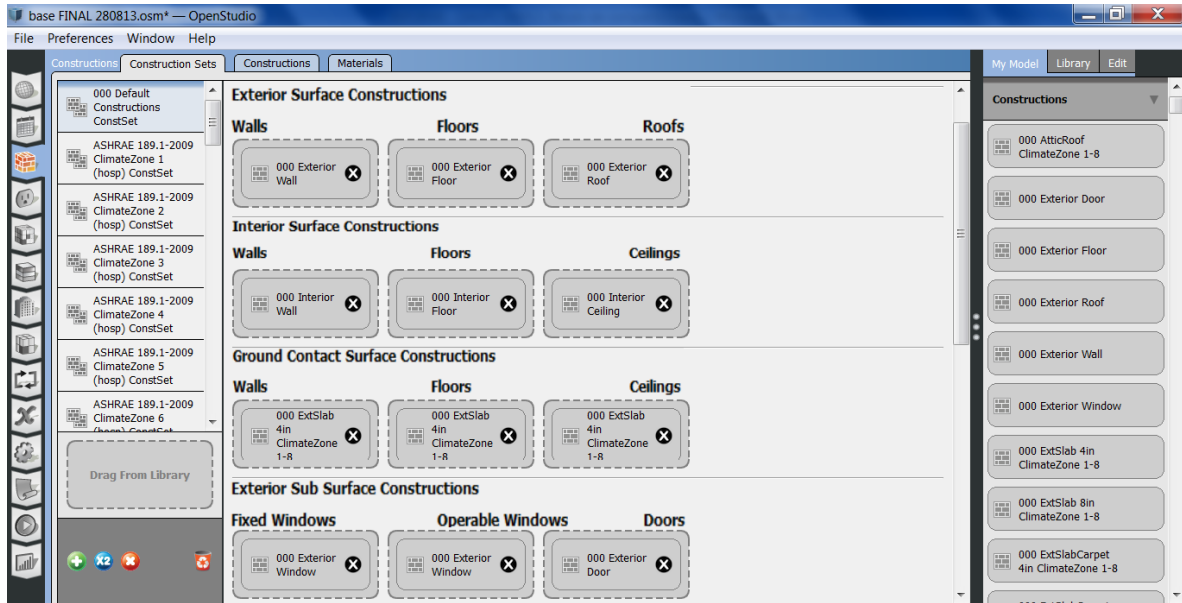


Figura 3.37: Set de construcción

3.7.4. Construcciones

Las construcciones son los elementos constructivos que conforman un set. A continuación se puede observar que una pared exterior está constituida, desde afuera hacia adentro por: ladrillo de 100 mm., mortero de concreto de 200 mm., material aislante de 50 mm., una capa de aire, y una capa de yeso de 19 mm.

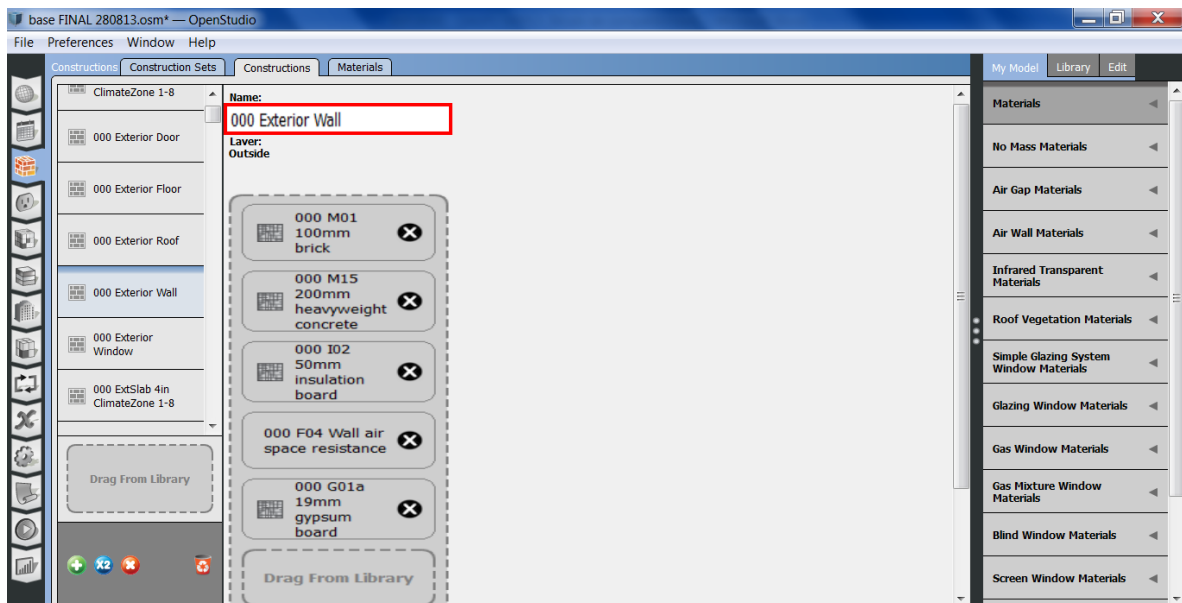


Figura 3.38: Materiales constructivos de los muros

Un error común que interrumpe la simulación, ocurre cuando se desea agregar una pared exterior típica de nuestro medio: Revoque fino (estuco) 15 mm., revoque grueso 30 mm., ladrillo de 100 mm.x2 (dos filas de ladrillo macizo común), revoque fino 15 mm. , y yeso de 19 mm., para este tipo de muro el mensaje de error de Open Studio indica que la infiltración de aire y de humedad es mayor que el permitido por la ASHRAE.

3.7.5. Materiales

Los materiales disponibles para las construcciones son aquellos permitidos por ASHRAE, pero esto no significa que no puedan alterarse sus propiedades en caso de ser necesario. A continuación se observan las propiedades que posee el ladrillo macizo común de 100 mm, como rugosidad, espesor, conductividad, densidad, etc.

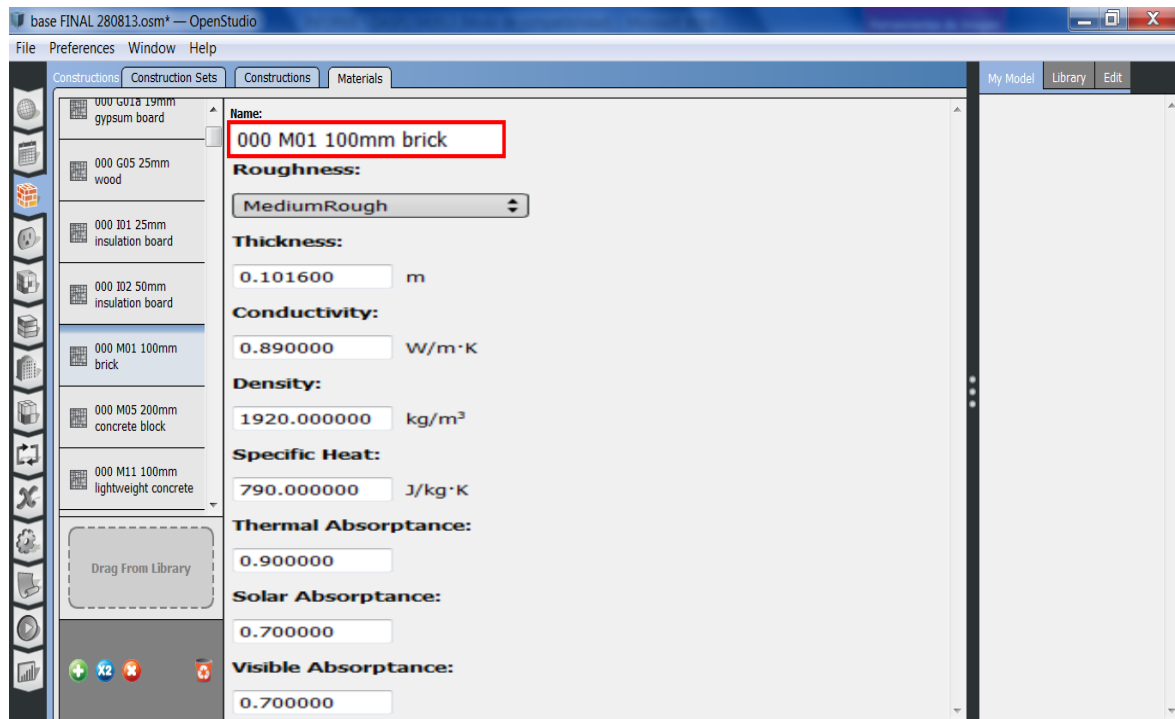


Figura 3.39: Propiedades del ladrillo

Las propiedades de la placa de yeso se observan a continuación

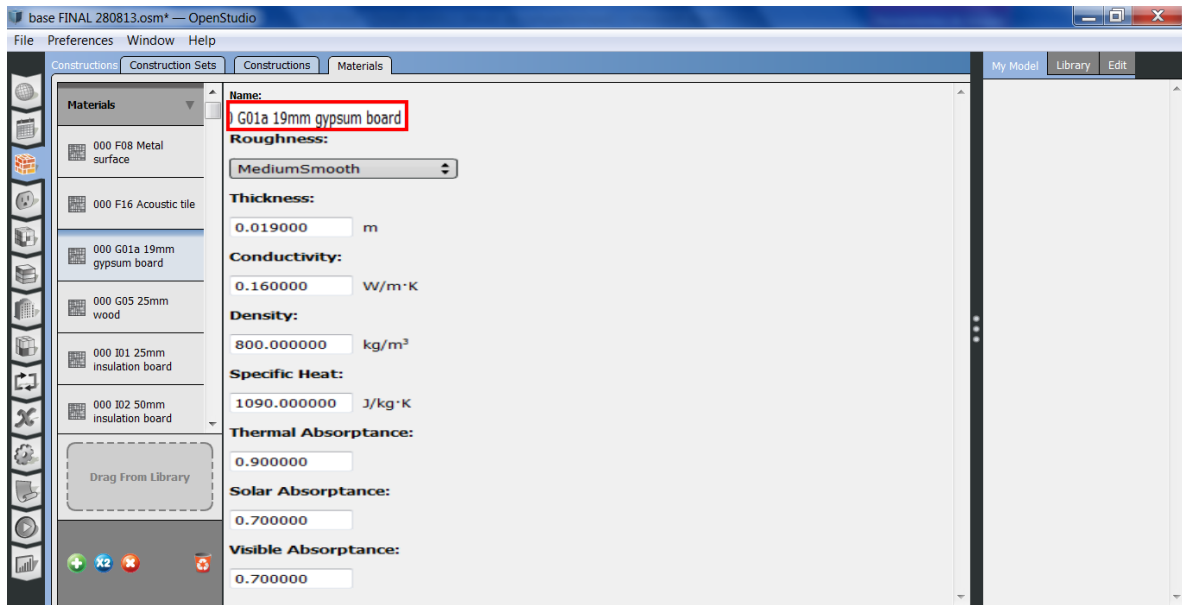


Figura 3.40: Propiedades del yeso

3.7.6. Cargas

Las cargas para cada local vienen dadas por ASHRAE y pueden ser modificadas en caso de ser necesario.

Se consideran cargas en todos los locales debido a Presencia de personas Iluminación, Equipamiento eléctrico, a gas y de agua. A continuación se detallan cada una de ellas.

Presencia de personas: La carga debido a personas se expresa por defecto en cantidad de personas por metro cuadrado, a continuación se observa la carga debido a personas para un corredor de pacientes. En todos los casos el calor emitido por la persona se mantuvo según el valor por defecto.

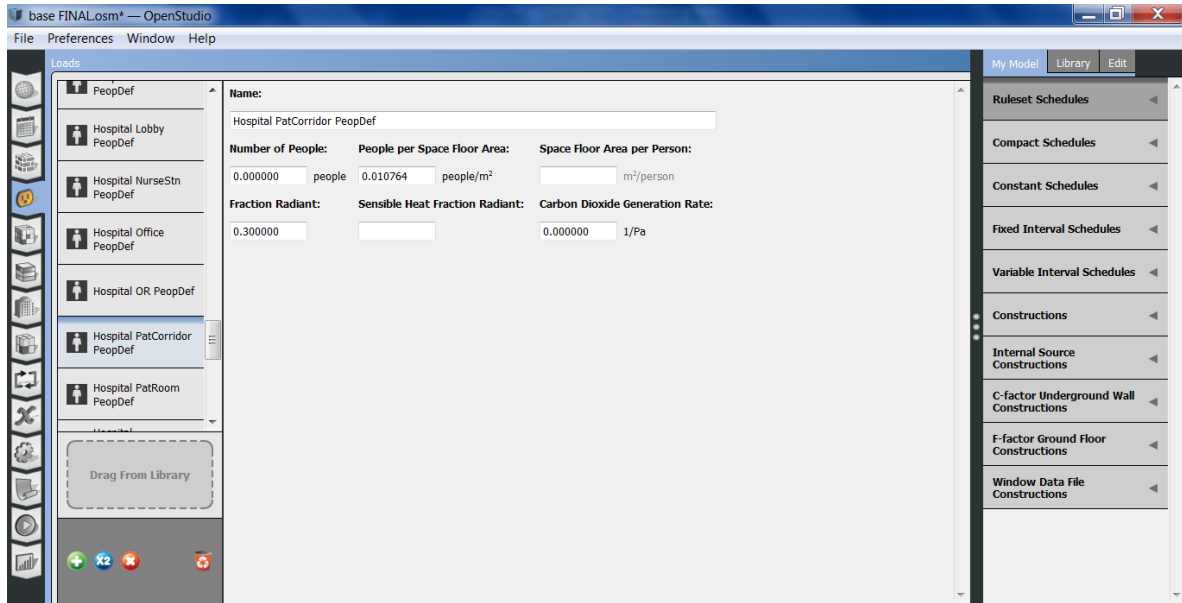


Figura 3.41: Cargas debido a las personas en los corredores

Para el edificio de DASPU, las cargas se ingresaron directamente como el número de personas dentro del local en una situación normal dentro del horario de atención. A continuación se observan las cargas debido a personas en el quirófano.

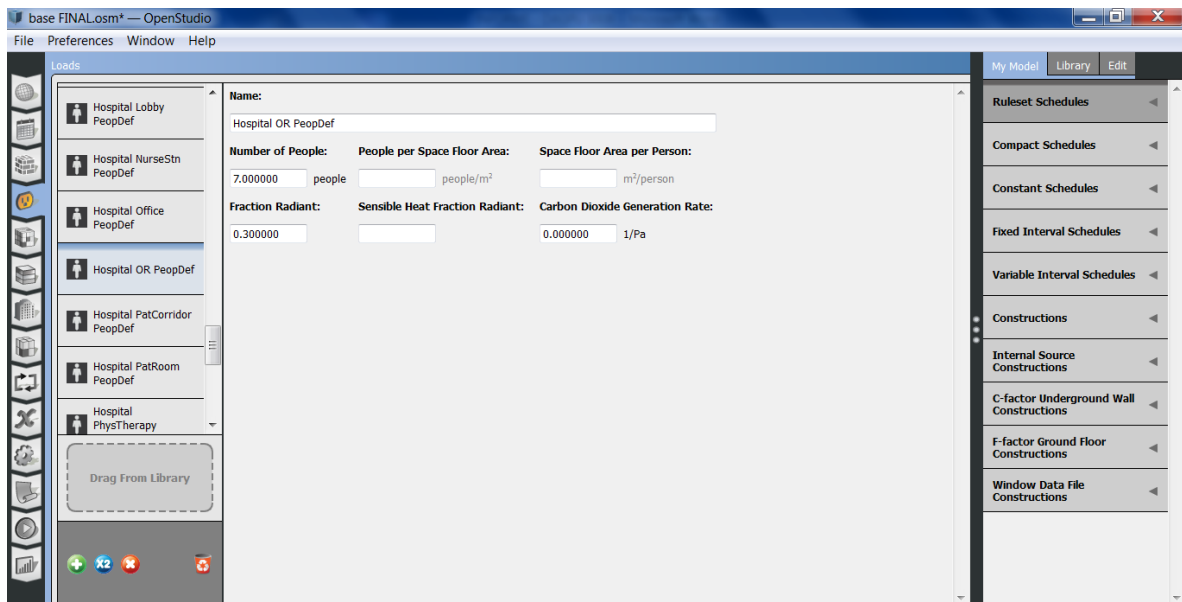


Figura 3.42: Cargas debido a las personas en el quirófano

Iluminación

La carga debido a la iluminación se expresa por defecto en watt por metro cuadrado, a continuación se observa la carga debido a la iluminación para el corredor, que también podría expresarse en watt de potencia, o en watt por persona según la cantidad de personas que se encuentren en el local. En todos los casos el calor emitido por la iluminación se mantuvo según el valor por defecto.

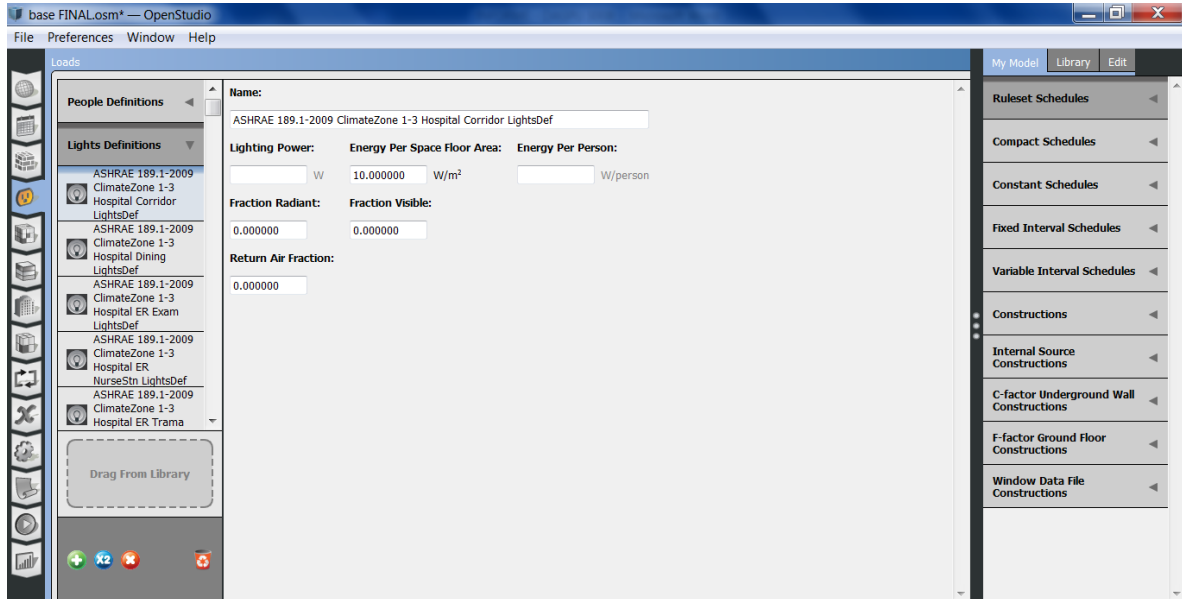


Figura 3.43: Cargas debido a la iluminación en el corredor

Equipamiento Eléctrico

La carga debido al equipamiento eléctrico en cada local se expresa por defecto en watt por metro cuadrado, a continuación se observa la carga debido al equipamiento eléctrico para el quirófano de pacientes. En todos los casos el calor emitido por el equipamiento se mantuvo según el valor por defecto.

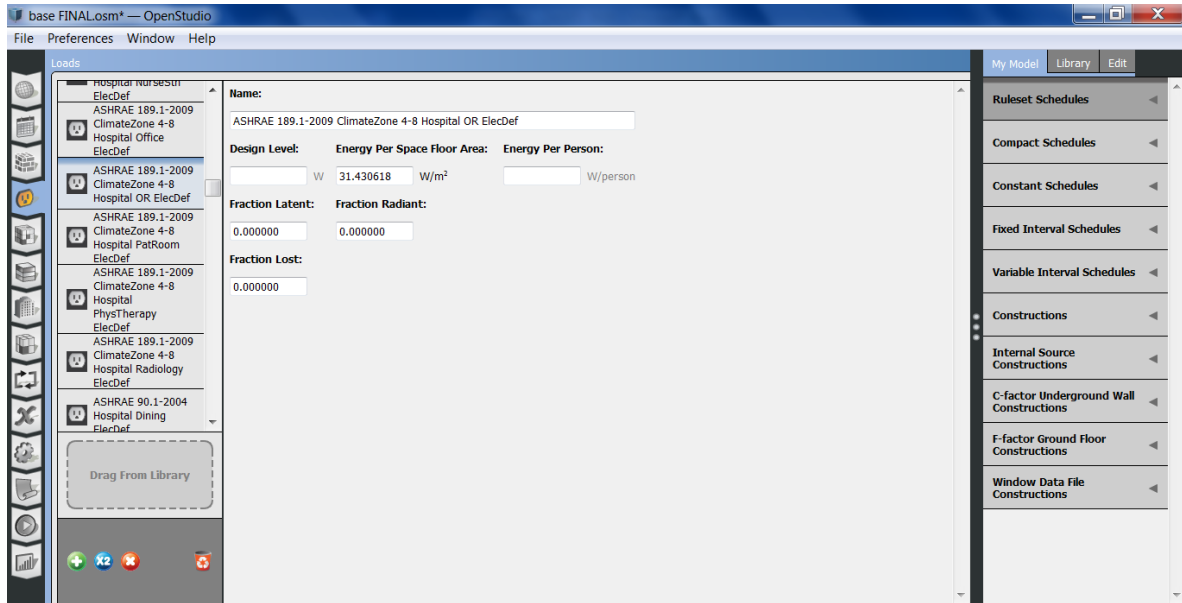


Figura 3.44: Cargas debido a los equipos del quirófano

Equipamiento a gas

La carga debido al equipamiento a gas solo puede asignarse a la cocina o al quirófano en caso que sea necesario, se expresa por defecto en watt por metro cuadrado, a continuación se observa la carga debido al equipamiento a gas para la cocina. En todos los casos el calor emitido por el equipamiento se mantuvo según el valor por defecto.



Figura 3.45: Cargas debido al equipo de gas en la cocina

Equipamiento de agua

La carga debido al equipamiento de agua solo debe asignarse en locales que consuman agua, como baños o vestuarios, se expresa en metros cúbicos por segundo, a continuación se observa la carga, en este caso se trata del consumo de agua, debido al equipamiento de agua para los baños en consultorios.

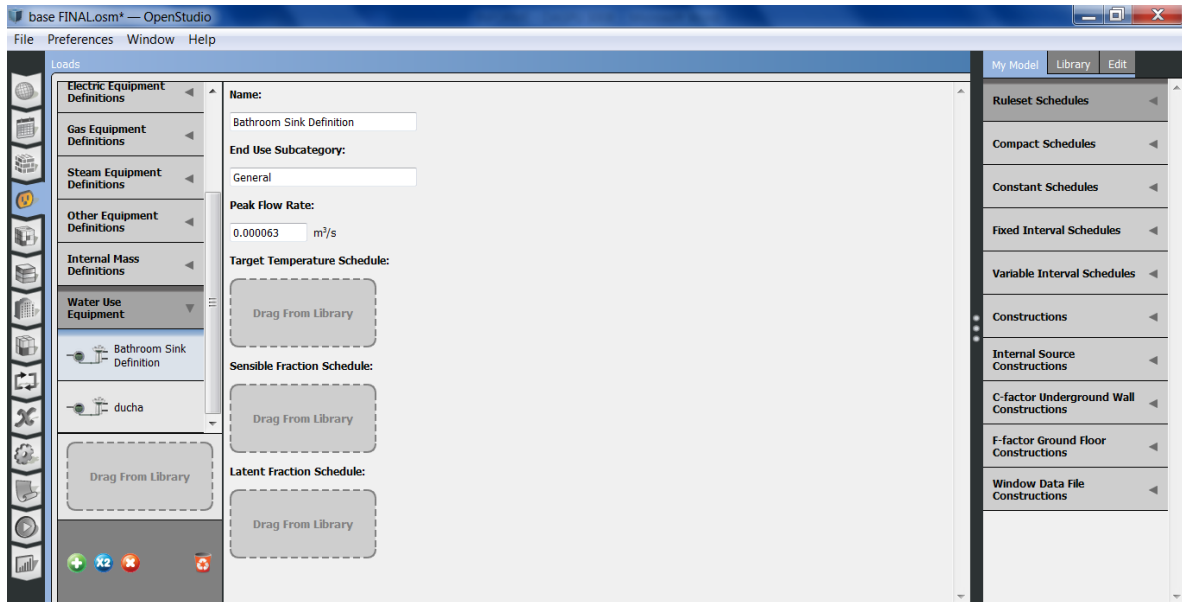


Figura 3.46: Consumo de agua debido al equipamiento en los baños

Para el edificio de DASPU, se agregó un equipamiento de agua que tenga en cuenta aquellos locales en donde se tenga una ducha, en éstos baños se espera que el consumo de agua se triplique.

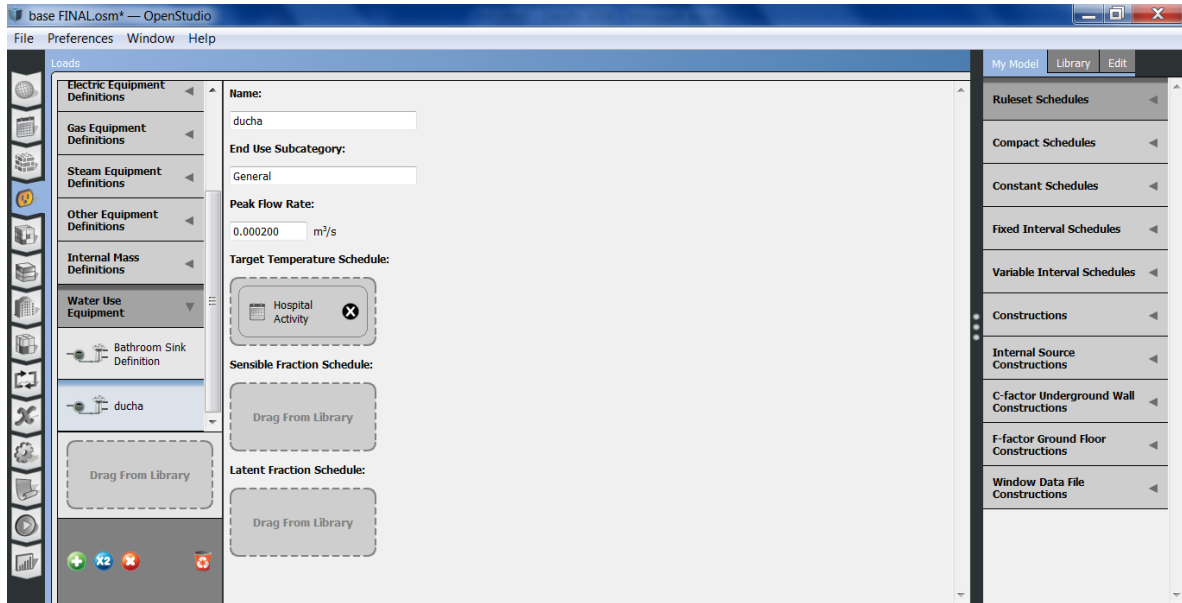


Figura 3.47: Designación de equipo para baños con ducha

3.7.7. Espacios tipo

El modelo del edificio de DASPU cuenta con 44 espacios tipos, uno para cada local. Los espacios tipo ya fueron definidos desde Sketch Up por medio del uso de la plantilla hospital y clínica ambulatoria.

Desde Open Studio, los espacios tipo pueden ser modificados. Las modificaciones que pueden realizarse están asociadas al set de construcción, al set de horarios, el color de renderización del espacio, las especificaciones de diseño del aire exterior, la tasa de infiltración del mismo, o las pérdidas producidas por las aberturas que posee.

A continuación se observa el espacio tipo asignado como Quirófano.

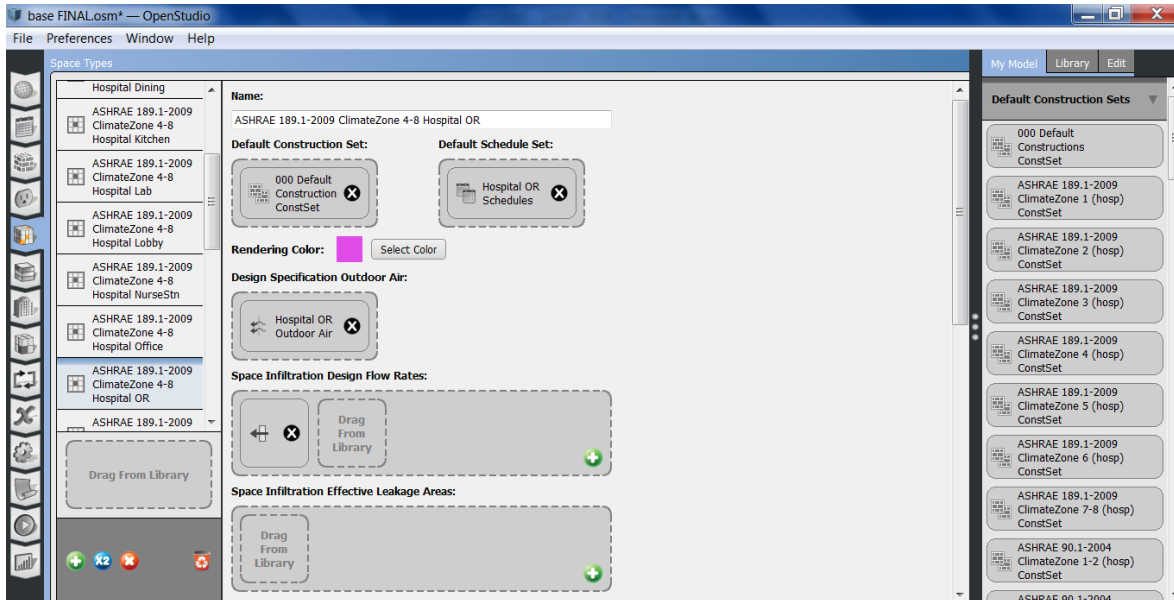


Figura 3.48: Sets asignados al espacio tipo Quirófano

Además pueden realizarse modificaciones a cada una de las cargas asignadas a cualquier espacio tipo, ya sea por personas, por iluminación, o por equipamientos que se hayan introducido. Para el caso del quirófano se observan las cargas debidas a personas, iluminación y equipamiento eléctrico.



Figura 3.49: Cargas asignadas al espacio tipo Quirófano

3.7.8. Grupo de construcciones

Las distintas plantas o grupo de construcciones (Building Stories) se distinguen por colores.

Al renderizar según el grupo de construcciones se puede observar cómo se generaron las distintas plantas o grupo de espacios para el edificio.

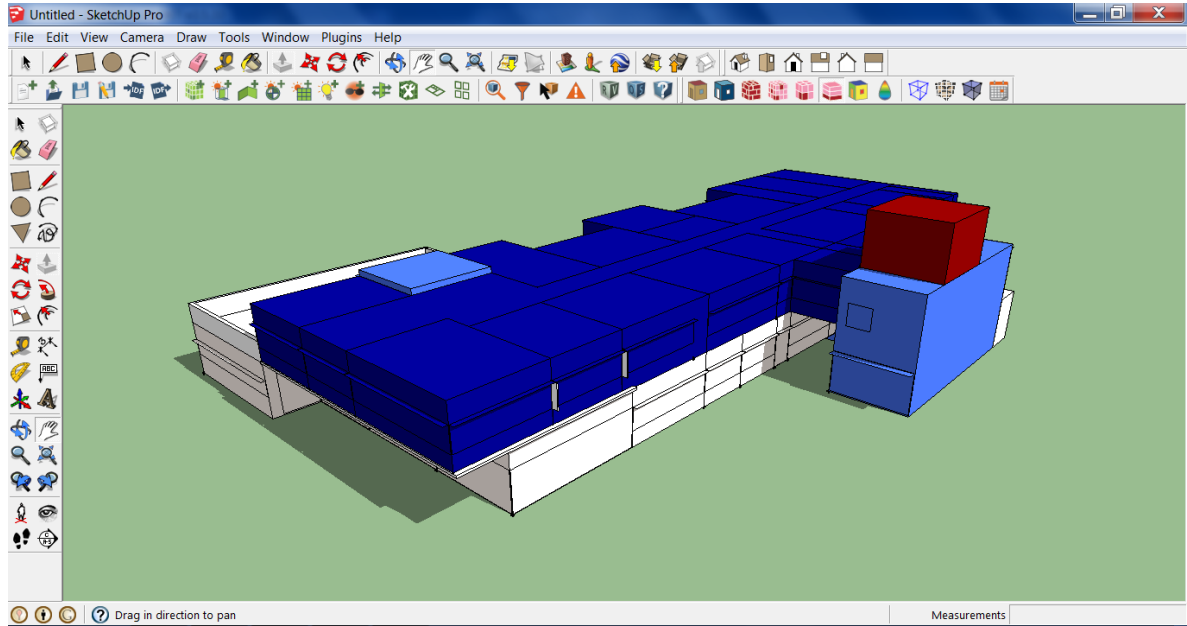


Figura 3.50: Renderización del grupo de construcciones

Desde Open Studio se puede observar que el grupo de construcción numero 1 son las cajas de circulación.

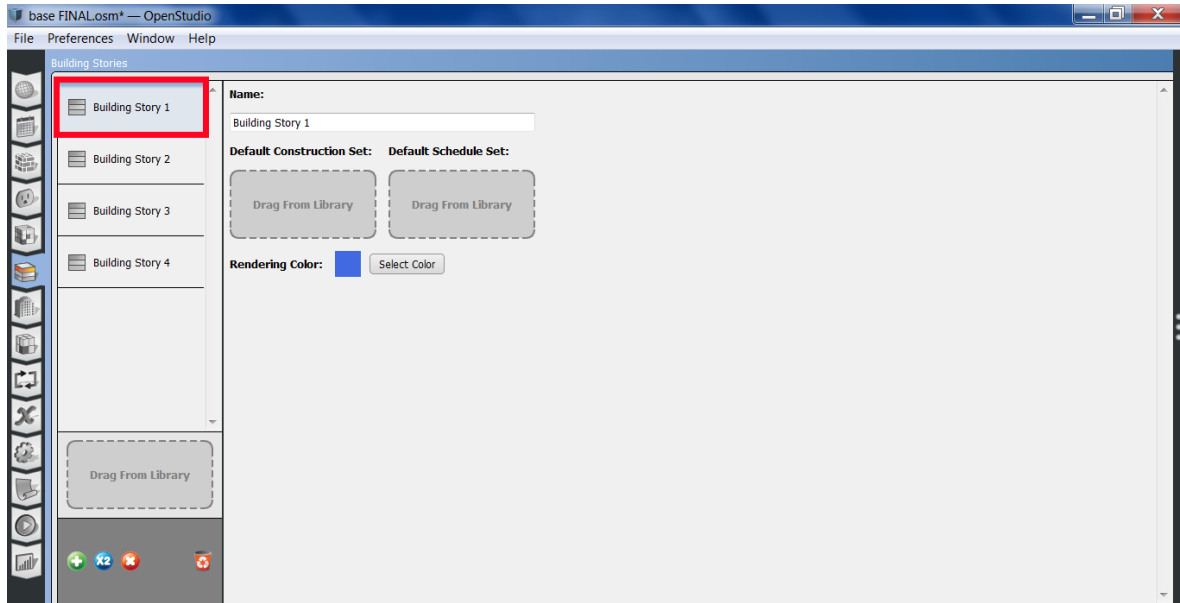


Figura 3.51: Grupo de construcciones del modelo

3.7.9. Instalaciones

En Instalaciones (Facility) se puede encontrar información acerca del edificio:

Nombre de edificio: Hospital

Tipo de edificio: Comercial (las otras opciones son residencial e industrial)

Espacio tipo: ASHRAE 189.1, estándar del año 2009

Set constructivo: ASHRAE 189.1, estándar del año 2009 para zona climática 5 de EEUU.

Orientación: 0°

Se puede observar rápidamente la totalidad del edificio ordenado según plantas (Building Story), zonas termales (Thermal Zones) o espacios tipo (Space Types).

A continuación se observa el edificio ordenado según plantas o grupo de construcciones.

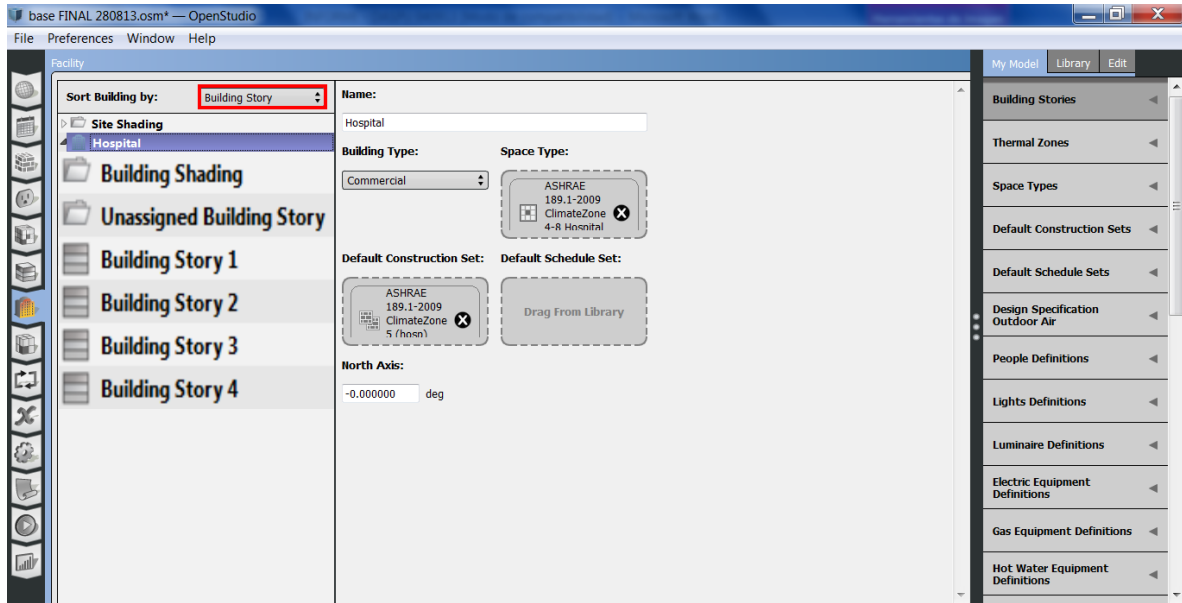


Figura 3.52: Grupo de construcciones del modelo

También es posible encontrar información respecto a los espacios que conforman el edificio o las superficies que envuelven a un espacio. A continuación se puede observar información con respecto a una de las superficies del quirófano de DASPU, más precisamente, la superficie 298 del modelo, que se encuentra en el espacio 110 el cual forma parte de la envolvente del quirófano de DASPU, allí se puede ver que la superficie es un muro exterior, las condiciones de borde es “exterior”, se encuentra expuesta al sol y al viento, y finalmente figuran las coordenadas según su posición,

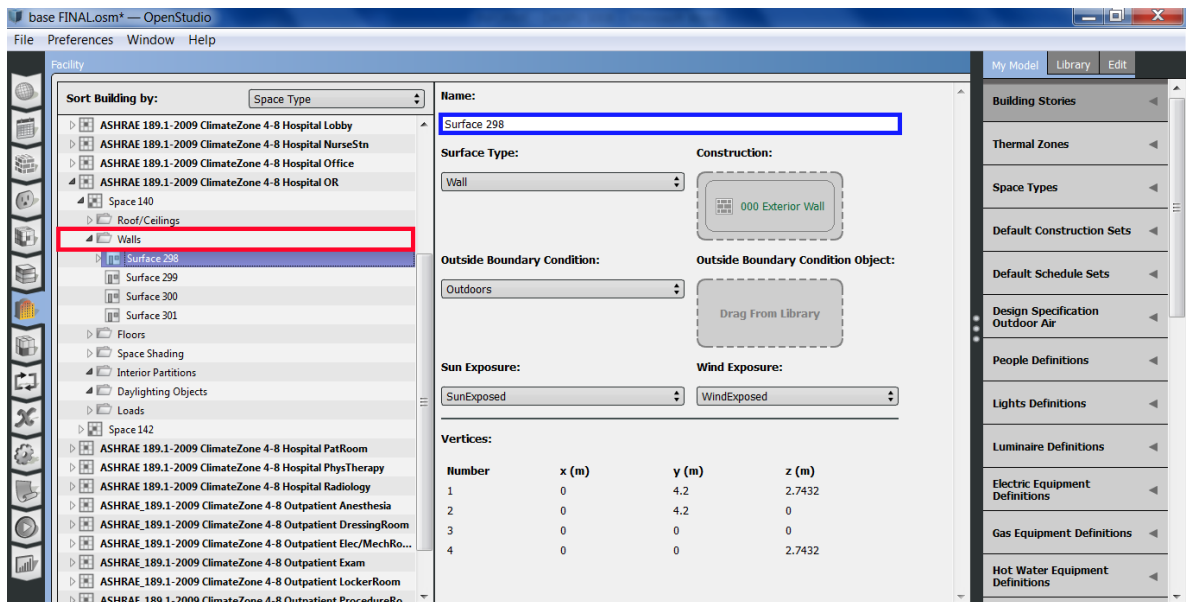


Figura 3.53: Información sobre las superficies de los muros

Para tener una mejor comprensión de estos datos, verificar si son correctos y saber rápidamente en qué parte del edificio realmente nos encontramos es posible renderizar el modelo según espacios tipo visualizando aquellos locales que hacen al quirófano.

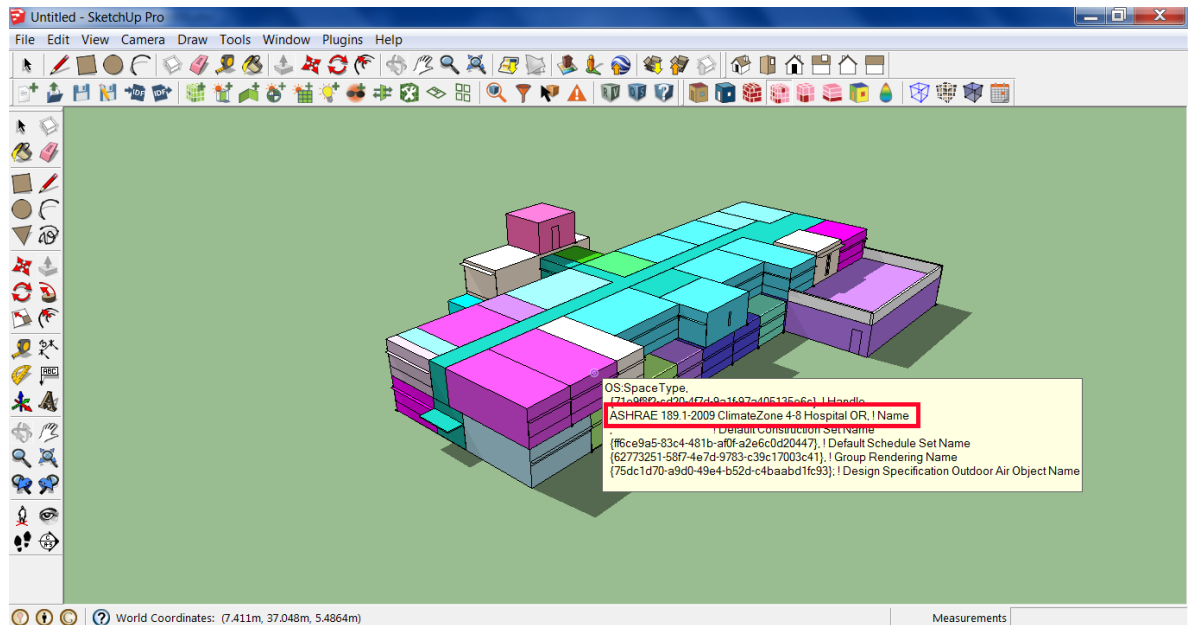


Figura 3.54: Visualización del quirófano

Ubicado el quirófano, renderizamos según tipos de superficie (éste es el renderizado por defecto), y encontramos la superficie 289, verificando que es un muro exterior, se encuentra formando parte de la envolvente del quirófano, expuesta al sol y al viento, de ésta forma se puede ver fácilmente si los datos que muestra Open Studio son correctos o deben corregirse.

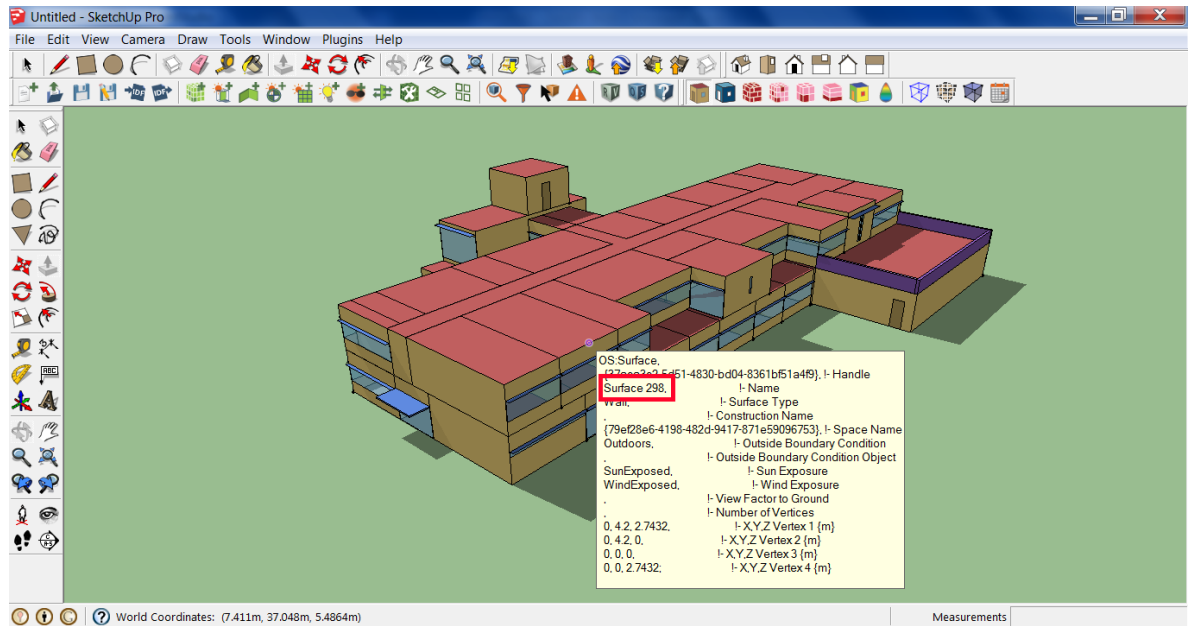


Figura 3.55: Información sobre las superficies de los muros del quirófano

3.7.10. Zonas termales de DASPU

El modelo del edificio de DASPU cuenta con 43 zonas termales, una para local excepto la zona termal 3 que se corresponde con dos espacios contiguos, estos son Anestesia y Vestidor de quirófano.

Desde Open Studio, las zonas termales pueden ser modificadas. Las modificaciones que pueden realizarse están asociadas con el nombre de la zona, el ciclo de aire que tiene asignado según los equipos de climatización cargados, el termostato, y los parámetros que lo definen, siendo éstos, la temperatura y la humedad relativa de diseño para el aire insuflado en la refrigeración, y en la calefacción.

Otras modificaciones pueden realizarse en lo que se refiere a los parámetros de entrada que definen al Día de diseño (Design Days). Las entradas del día de diseño describen los parámetros para llevar a cabo la simulación de un "día de diseño", utilizado para los cálculos de las cargas o el tamaño de los equipos. Utilizando los valores en éstos campos, Energy Plus "crea" valores de datos meteorológicos para un día completo.

Algunas de las entradas son, caudal de aire, máximo caudal de aire en la calefacción, distribución del aire dentro de la zona etc., todos estos valores se dejaron por defecto.

A continuación se observa la zona termal 1 asignada al espacio tipo Quirófano.

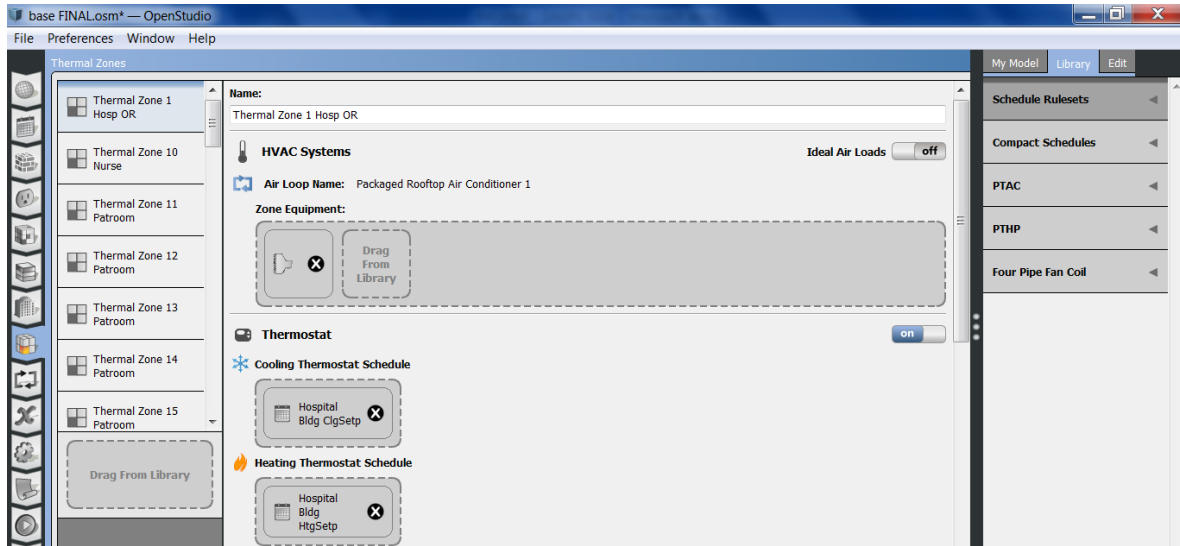


Figura 3.56: Sistema de climatización asignado al quirófano

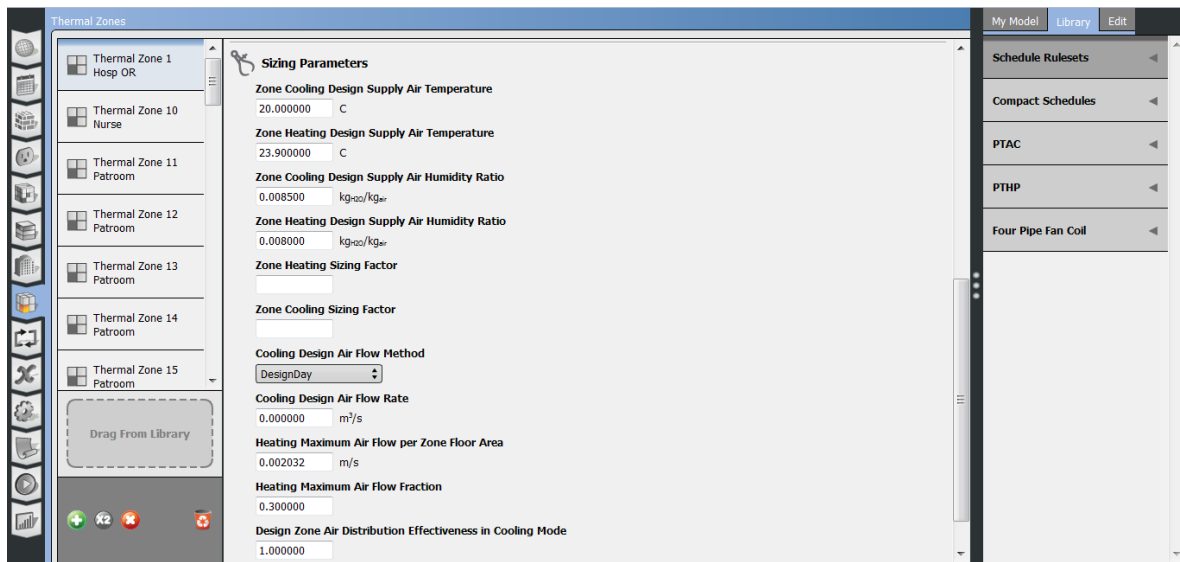


Figura 3.57: Parámetros asignados al quirófano

3.7.11. Sistemas de climatización y de agua

Los sistemas de climatización en el edificio de DASPU funcionan por medio de ciclos todo aire. El edificio se encuentra equipado con 4 equipos rooftop refrigeración con energía eléctrica y calefacción con gas.

La información de manuales proporcionados por empresas que comercializan los equipos instalados actualmente en DASPU, fue utilizada para caracterizar los equipos cargados en el modelo, que por ser rooftop, las entradas son específicas para éste tipo de equipos y algunas no se encontraban directamente en los manuales y debieron ser

calculadas o deducidas a partir de otras. Esto también se puede deber a la antigüedad de los manuales ya que no hace mucho tiempo atrás se puede comprobar que ningún manual explicitaba la eficiencia o algún coeficiente de desempeño del equipo, solo se limitaba a las capacidades, a los caudales de aire o agua, a las potencias, entre otros datos técnicos.

Una de las entradas más importantes para representar los equipos es el coeficiente de desempeño (COP), este es un parámetro que expresa las unidades de energía de calor emanadas o eliminadas por cada unidad de energía de trabajo puesta en juego. Se calcula a través de la relación o índice de eficiencia energética con carga completa (EER), del equipo, que expresa la capacidad de refrigeración del mismo por hora, en unidad térmica británica dividida por la potencia en vatios, expresado en Btu/h por vatio (Btu/h / W), aunque la forma correcta de expresarlo es (Btu / W.h), en particular para temperaturas externas e internas.

Para equipos de Farmacia y Planta Alta y Baja, que poseen dos compresores tipo scroll, se tenían disponibles datos del COP pero por medio de equipos análogos más actuales, igualmente se decidió realizar un cálculo a través de la EER.

$$EER_{FARMACIA} = 3.06$$

$$COP_{FARMACIA} = \left(\frac{3.06}{3.41}\right) = 0.90$$

$$EER_{PLANTAALTA -BAJA} = 3.10$$

$$COP_{PLANTAALTA -BAJA} = \left(\frac{3.10}{3.41}\right) = 0.90$$

Para equipos de Quirófano y Planta Baja que poseen dos compresores tipo scroll, pero son más actuales se procede de igual forma.

$$EER_{QUIROFANO} = 9.10$$

$$COP_{QUIROFANO} = \left(\frac{9.10}{3.41}\right) = 2.70$$

$$EER_{PLANTABAJA} = 8.50$$

$$COP_{QUIROFANO} = \left(\frac{8.50}{3.41}\right) = 2.50$$

Para la operación de calefacción se tiene disponible como dato el COP pero se lo aproximó a partir de la capacidad de calefacción y la Eficiencia en la Utilización Anual de Combustible (AFUE).

Un resumen de las especificaciones técnicas de los equipos instalados se puede observar en la siguiente tabla:

Packaged roof top					
Zona		FARMACIA	QUIROFANO	PB	PB Y PA
		Carrier TJND120	York DM 060	York DM 180	Carrier TJND320
observacion		gas low heat	belt drive	std motor drive	gas low heat
Voltage		380 volt	380-415 volt	380-415 volt	380 volt
Sistema	Packaged DX Furnace	Packaged DX Furnace	Packaged DX Furnace	Packaged DX Furnace	Packaged DX Furnace
Retorno	aire por conducto	aire por conducto	aire por conducto	aire por conducto	aire por conducto
Termostato setpoint °F - (°C)	frio/calor oc.	77/66 - (25/18.89)	76/67 - (24.4/19.4)	77/66 - (25/18.89)	77/66 - (25/18.89)
	frio/calor desoc.	79/64 - (26.11/17.78)	76/67 - (24.4/19.4)	79/64 - (26.11/17.78)	79/64 - (26.11/17.78)
Temperatura de diseño °F (°C)	frio/calor interior	75/70 - (23.9/21.1)	75/68 - (23.9/20.0)	75/70 - (23.9/21.1)	75/70 - (23.9/21.1)
	frio/calor suministro	50/95 (23/34)	48/100(8.89/37.78)	50/95 (23/34)	50/95 (23/34)
Min. Vel. diseño (cfm/ft ²)/(m/s)		0.5/9.15	0.3/5.49	0.3/5.49	0.3/5.49
Refrigeracion	capacidad (ton)/(KW)	10/35.71	5/17.85	15/53.57	25/88
	Tipo de Condensador	Refrigerado por aire	Refrigerado por aire	Refrigerado por aire	Refrigerado por aire
	eficiencia EER	3.06	9.10	8.50	3.1
	COP	1.0	2.7	2.5	1.0
Calefaccion	Capacidad (MBH=KBTUh)/(KW)	204.26/59.9	100/29.3	300/88	214.15/62.8
	eficiencia AFUE	80	80.5	80	80.5
	COP	1.3	3.5	3.3	1.3
Caudal ventilador (cfm)/(l/seg)		4000/1888	2000/943	6000/2830	10000/4719
Funcionam. Nocturno (Fan)		no	si	no	no

Figura 3.58: Información sobre equipos actuales en DASPU

Las zonas que sirve cada equipo se encuentran distribuidas según se observa a continuación:

El equipo denominado Farmacia sirve a la farmacia de DASPU exclusivamente.

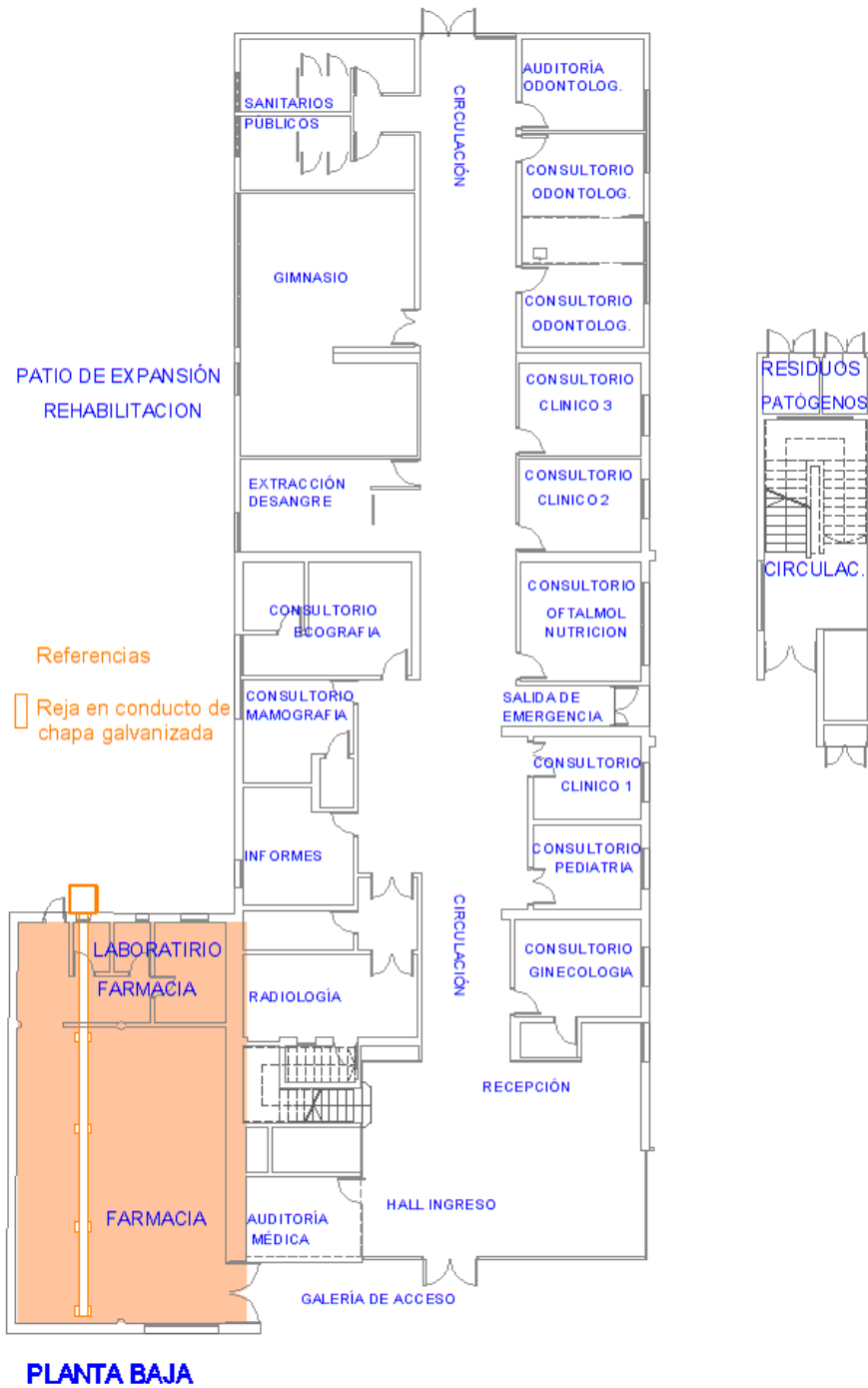
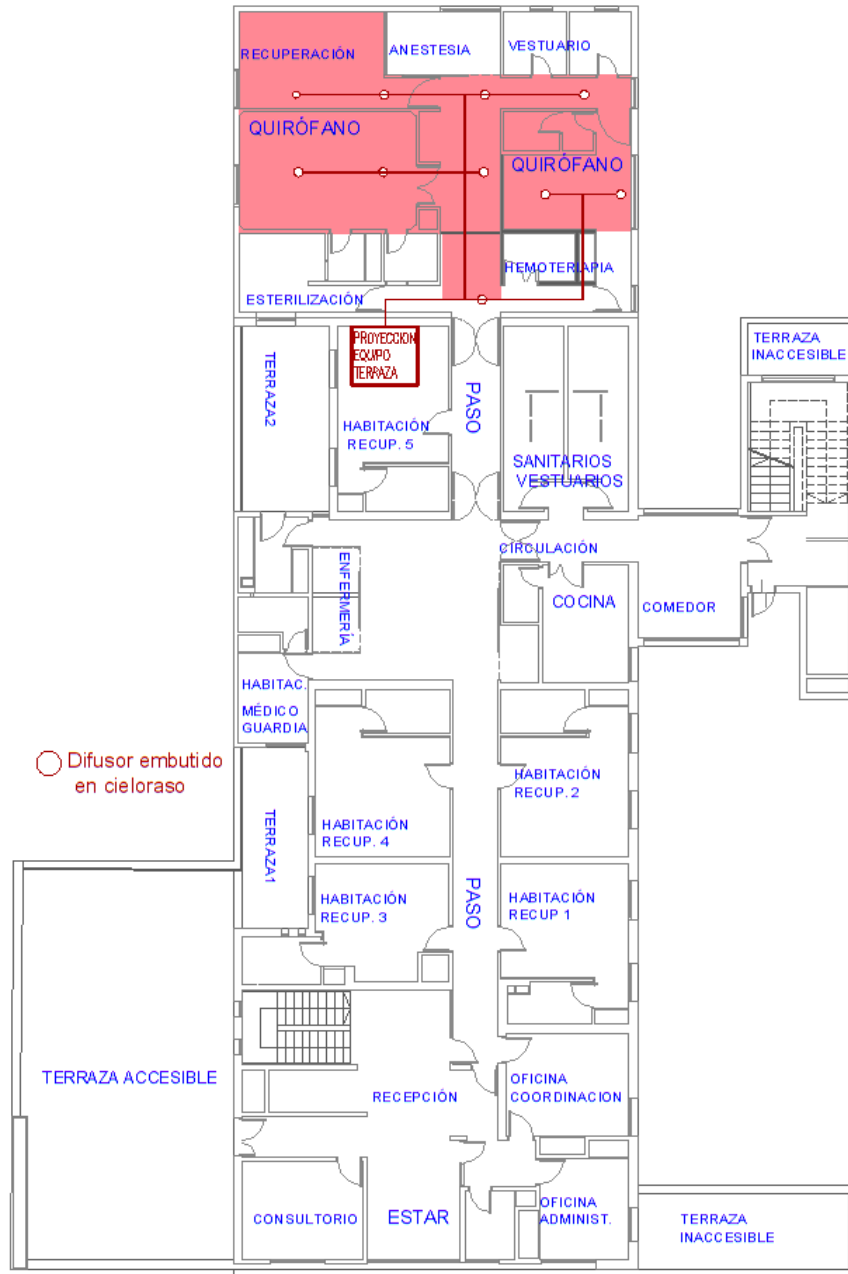


Figura 3.59: Locales servidos por rooftop "Farmacia"

El equipo denominado Quirófano, sirve a los dos quirófanos del edificio, uno de los cuales cuenta con una sala de recuperación en la cual el paciente se recupera si es necesario luego de ser operado.



PLANTA ALTA

Figura 3.61: Locales servidos por rooftop “Quirófano”

El equipo denominado PA Y PB, sirve al resto de los locales ubicados en planta alta, excepto el comedor, la caja de circulación exclusiva para pacientes y los locales de planta baja desde el ingreso principal de DASPU, hasta el consultorio de Radiología.

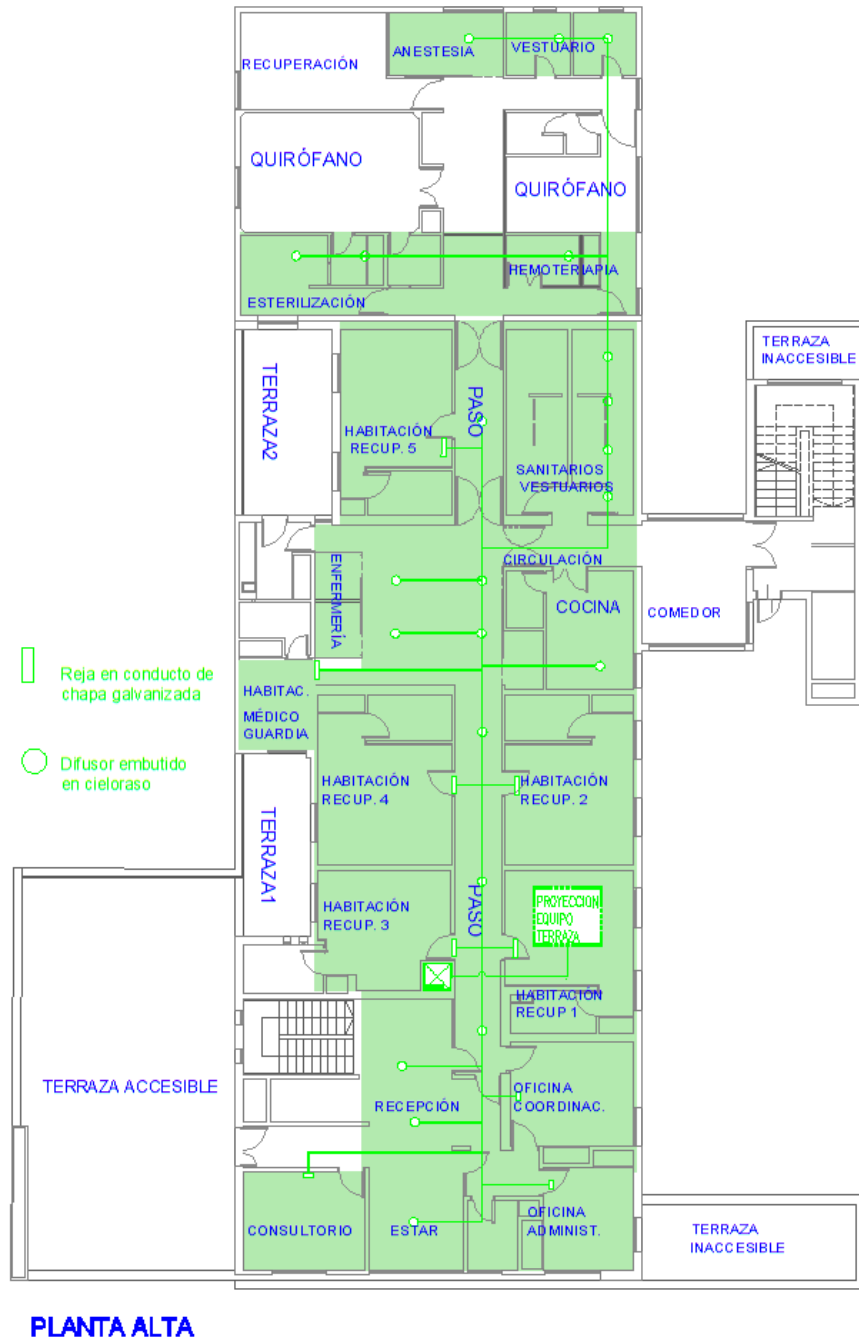


Figura 3.62: Locales servidos por rooftop “PA YPB”

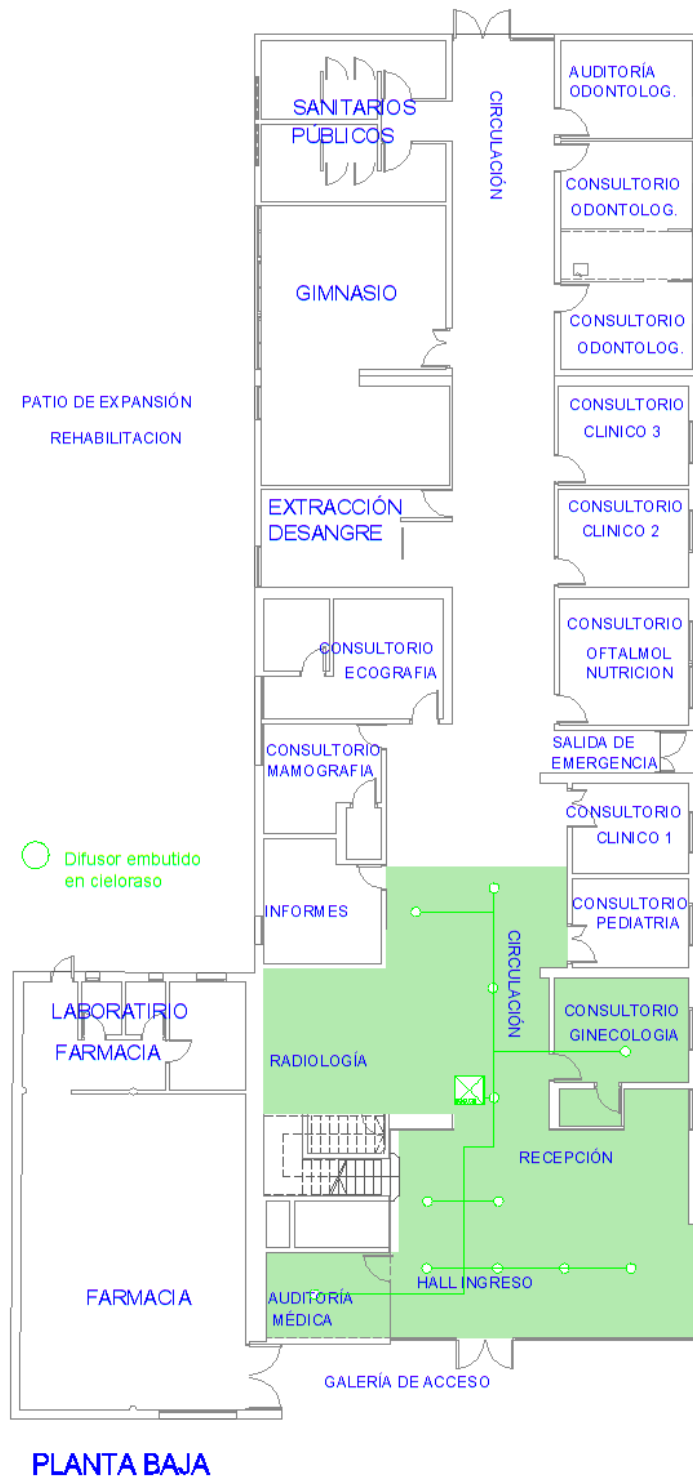
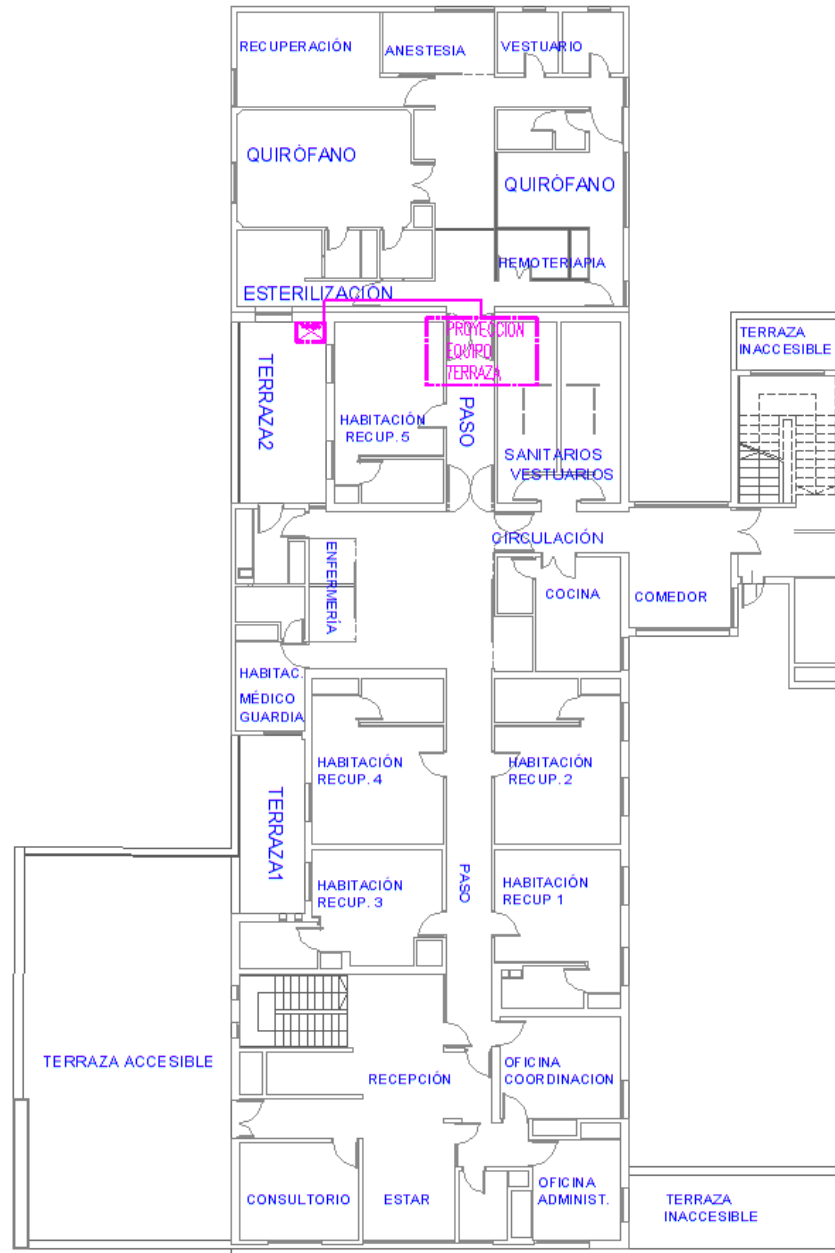


Figura 3.63: Locales servidos por rooftop “PA YPB”

El equipo denominado PB, sirve al resto de los locales ubicados en planta baja excepto la caja de circulación exclusiva para pacientes como ya se dijo y el local de depósitos de residuos.



PLANTA ALTA

Figura 3.64: Proyección del rooftop “PB”

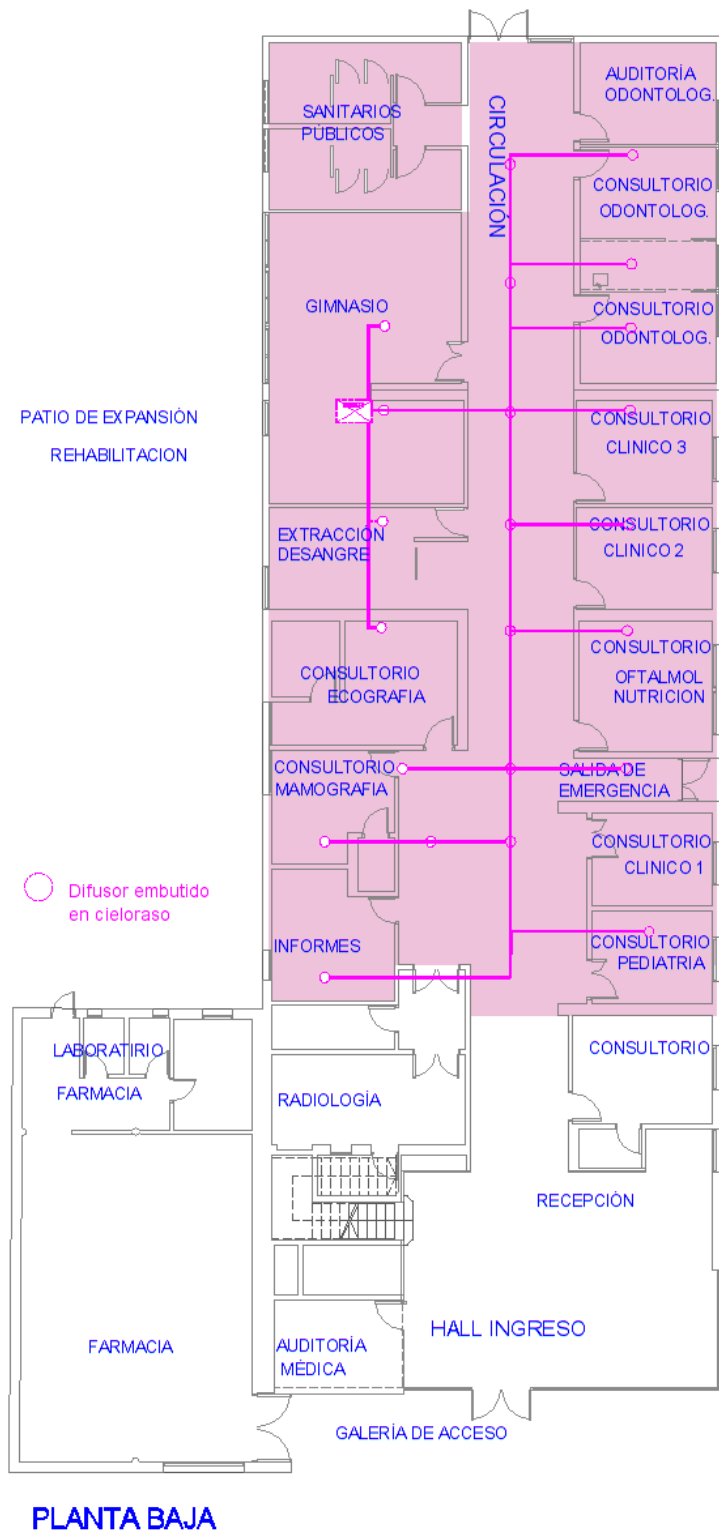
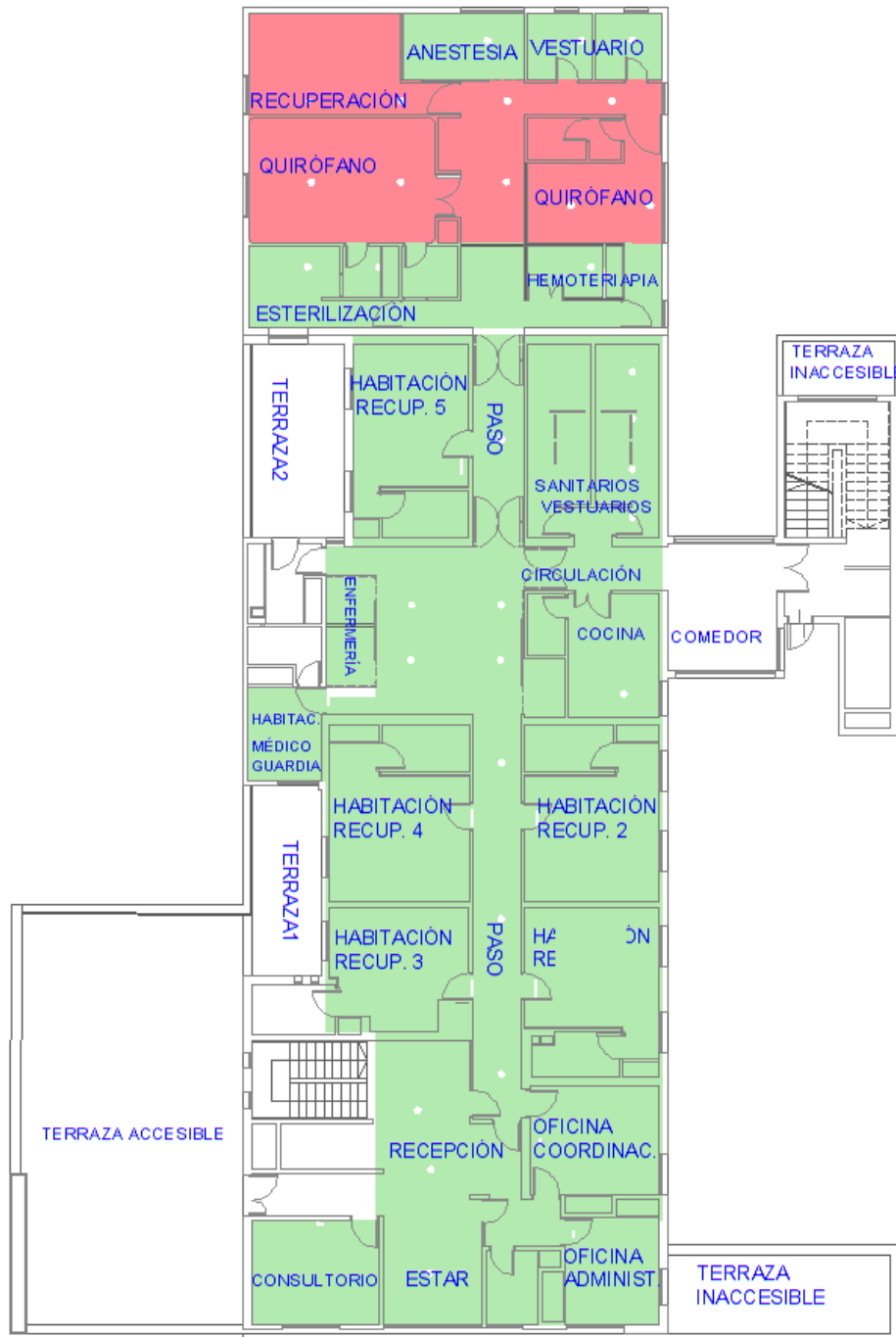


Figura 3.65.a: Locales servidos por rooftop "PB"



PLANTA ALTA

Figura 3.65.b: Locales servidos en planta alta

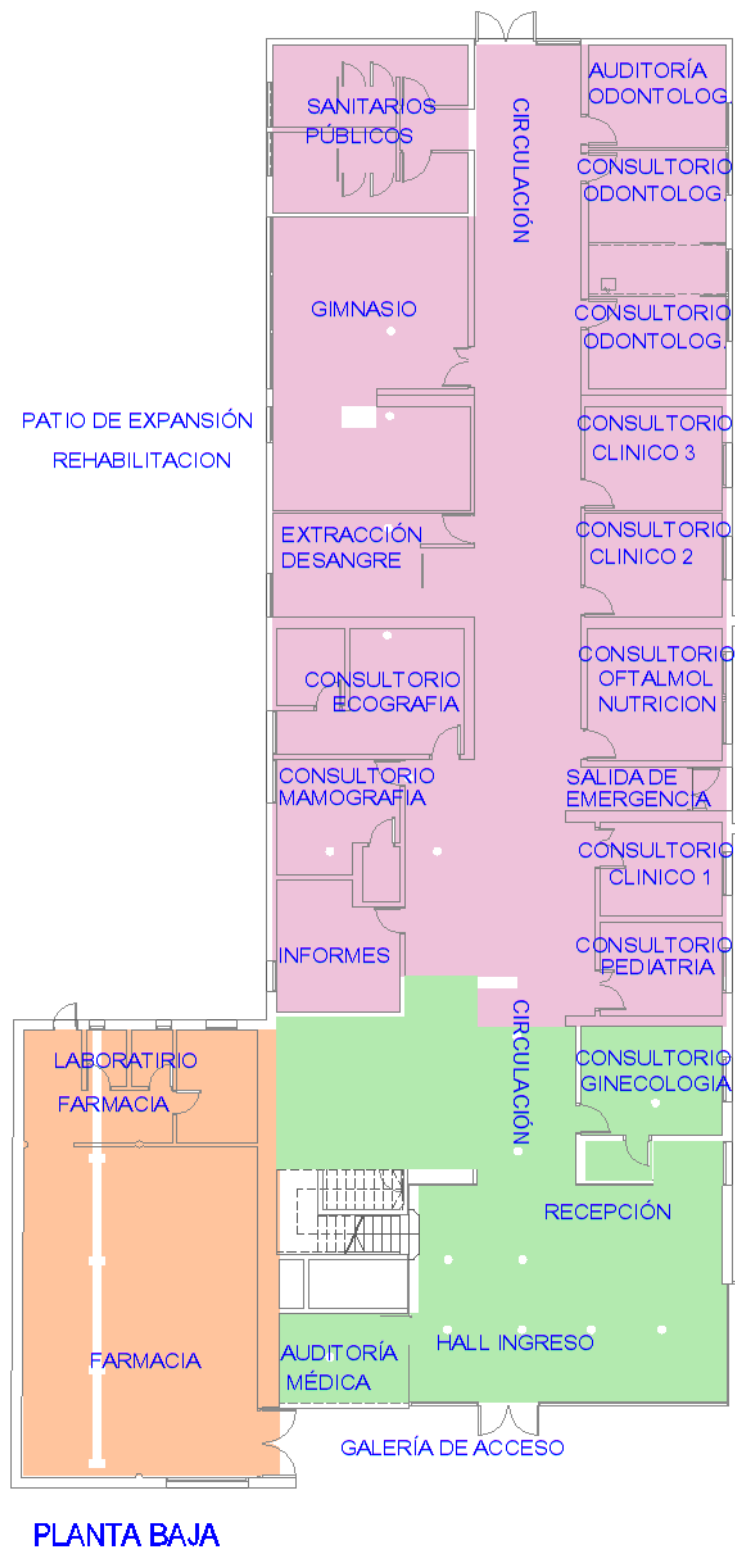


Figura 3.65.c: Locales servidos en planta baja

En la opción sistemas de climatización (HVAC System) de Open Studio, se pueden cargar distintos sistemas de climatización y de servicios con los que cuenta DASPU

Plantillas de los sistemas de climatización.

Open Studio cuenta con distintas plantillas que permiten cargar sistemas de climatización típicos.

1 Rooftop Packaged Unit Air Conditioner: Equipo rooftop electricidad/gas.

2 Rooftop Heatpump: Equipo rooftop eléctrico con bomba de calor.

3 Rooftop VAV DX Fan With Reheat: Equipo rooftop eléctrico con volumen de aire variable y recalentamiento.

4 Rooftop VAV Parallel Fan: Equipo rooftop con volumen de aire variable y con ventiladores en paralelo.

5 Rooftop VAV With Reheat: Equipo de rooftop con volumen de aire variable y con recalentamiento)

6 VAV System: Equipo separado VAV.

7 Warm Air Furnace: Caldera para calentar aire a gas

8 Warm Air Furnace: Caldera para calentar aire eléctrico

En caso de necesitar un sistema de climatización que no se encuentre disponible por plantilla se debe cargar directamente desde Energy Plus.

Para el edificio de DASPU, se cargaran 4 equipos Rooftop electricidad/gas (plantilla número 1).

A continuación se observa el equipo número 1 asignado a la zona de quirófano.

Equipo Quirófano.

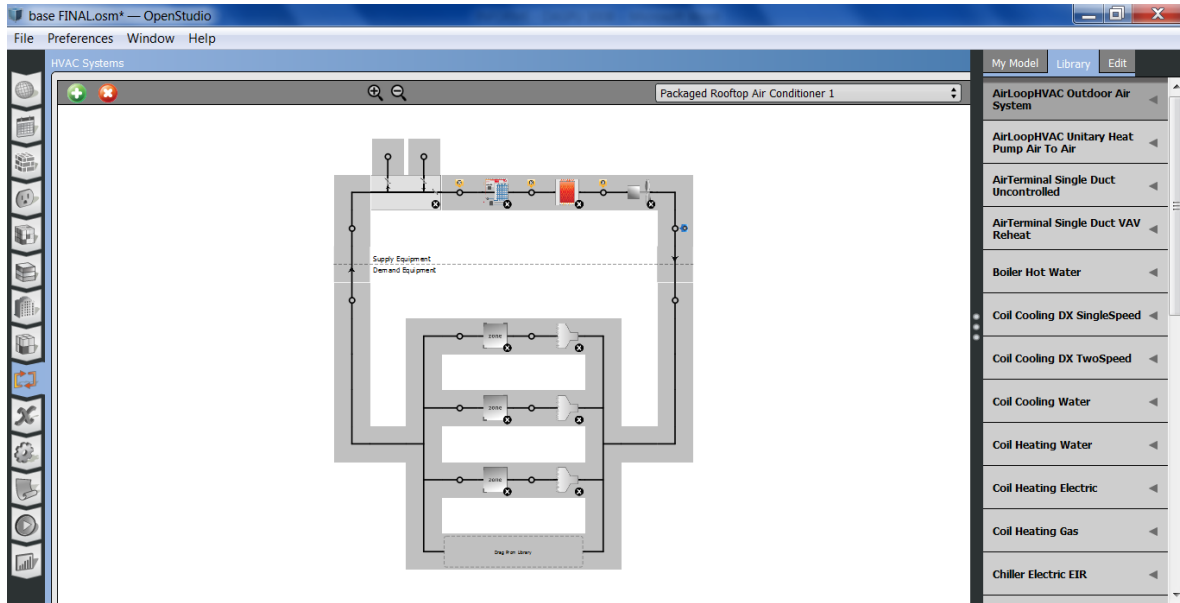


Figura 3.66: Representación del ciclo del equipo “Quirófano”

Al agregar el equipamiento, se observan todos los componentes que forman parte del ciclo del sistema, el serpentín para la refrigeración y para la calefacción, el ventilador y los termostatos, todos éstos se encuentran en la parte superior y forman parte del equipamiento de suministro a las zonas.

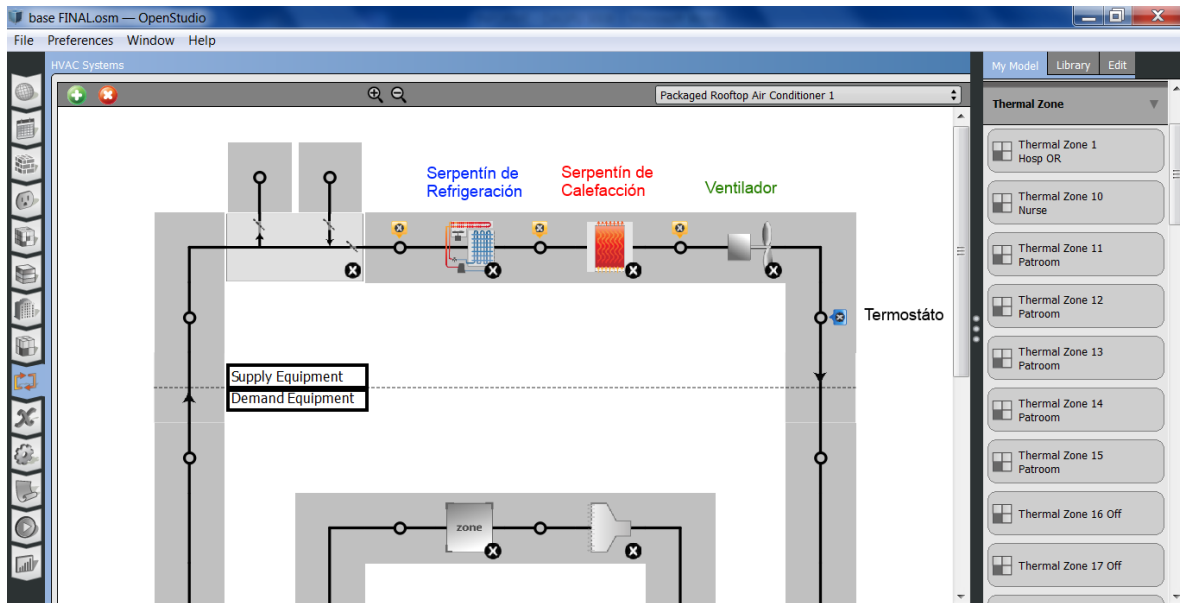


Figura 3.67: Componentes del ciclo del equipo “Quirófano”

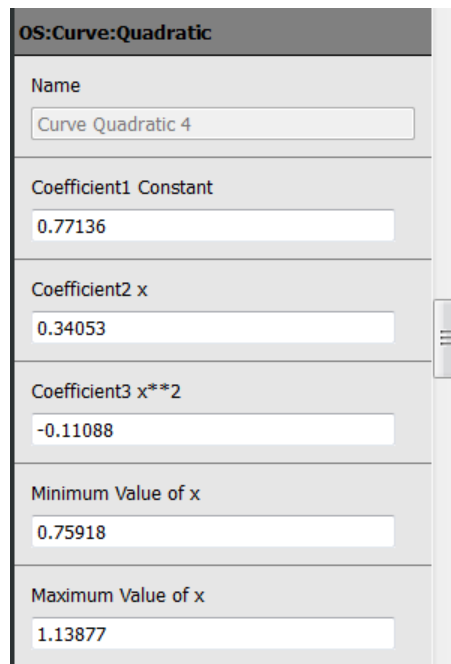
Se puede acceder a cada uno de los componentes del sistema para controlar o modificar sus características según las especificaciones de los equipos instalados.

Serpentín para la refrigeración.

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 2 OR
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 17850 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	2.7
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	780 Pa

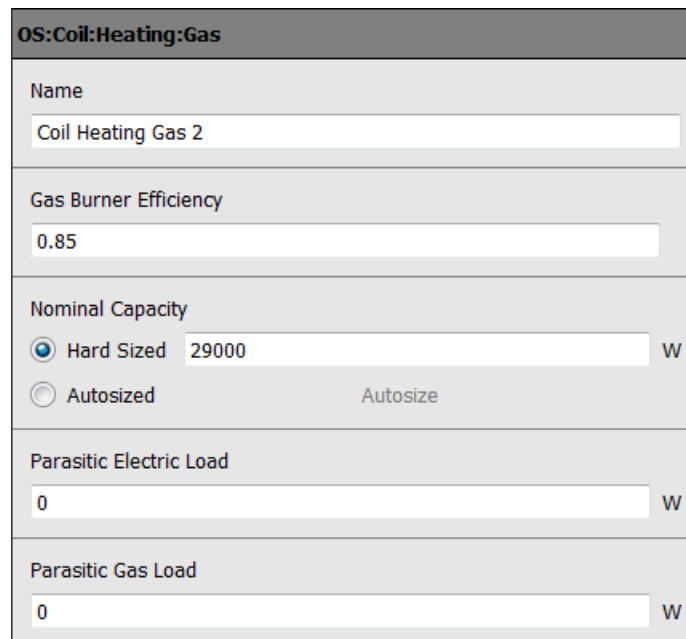
Figura 3.68: Serpentín de refrigeración del equipo “Quirófano”

Open Studio brinda la posibilidad de cambiar las distintas curvas de funcionamiento del equipo en caso de ser necesario. A continuación se observa una de ellas.



OS:Curve:Quadratic	
Name	Curve Quadratic 4
Coefficient1 Constant	0.77136
Coefficient2 x	0.34053
Coefficient3 x**2	-0.11088
Minimum Value of x	0.75918
Maximum Value of x	1.13877

Figura 3.69: Curva de funcionamiento del serpentín
Serpentín para la calefacción.



OS:Coil:Heating:Gas	
Name	Coil Heating Gas 2
Gas Burner Efficiency	0.85
Nominal Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 29000 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Parasitic Electric Load	0 W
Parasitic Gas Load	0 W

Figura 3.70: Serpentín de calefacción del equipo “Quirófano”

Ventilador.

OS:Fan:ConstantVolume	
Name	Fan Constant Volume 2
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Fan Efficiency	0.7
Pressure Rise	525 Pa
Maximum Flow Rate	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 0.943 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Motor Efficiency	0.9
Motor In Airstream Fraction	1.0

Figura 3.71: Ventilador del equipo “Quirófano”

Las zonas a servir por el equipo se encuentran en la parte inferior del ciclo y forman parte del equipamiento de demanda, éstas, pueden ser arrastradas desde el menú que se despliega en la parte izquierda, al seleccionar mi modelo (My Model), hasta la zona de arrastre (Drag).

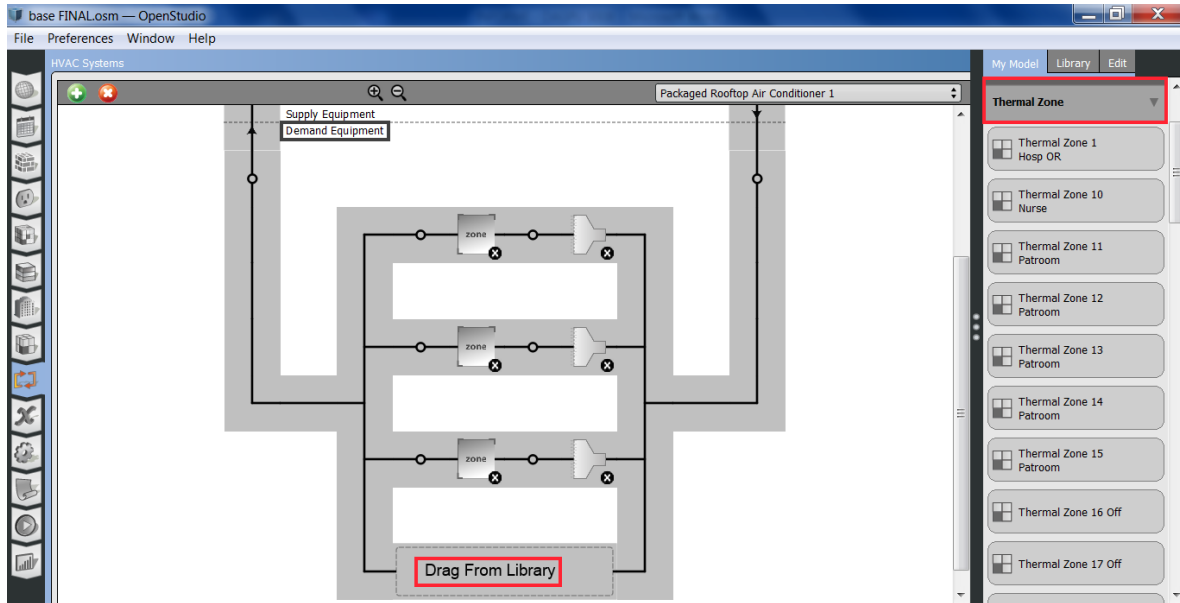


Figura 3.72: Zonas del equipo “Quirófano”

También se pueden agregar desde el menú que aparece al seleccionar Editar (Edit), como se observa a continuación.

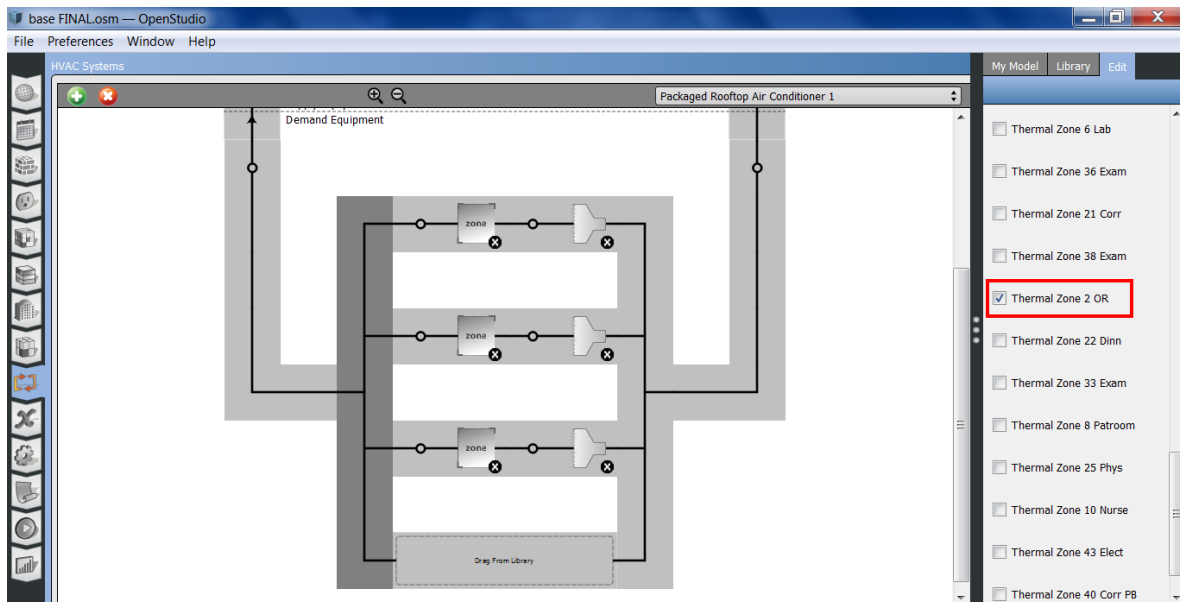


Figura 3.73.a: Zonas del equipo “Quirófano”

Finalmente se debe decidir cuál será la zona en la cual se ubicara el termostato, ya que en este caso el termostato responde a una única zona (Single Zone).

A continuación se observa un esquema del sistema de aire acondicionado del quirófano.

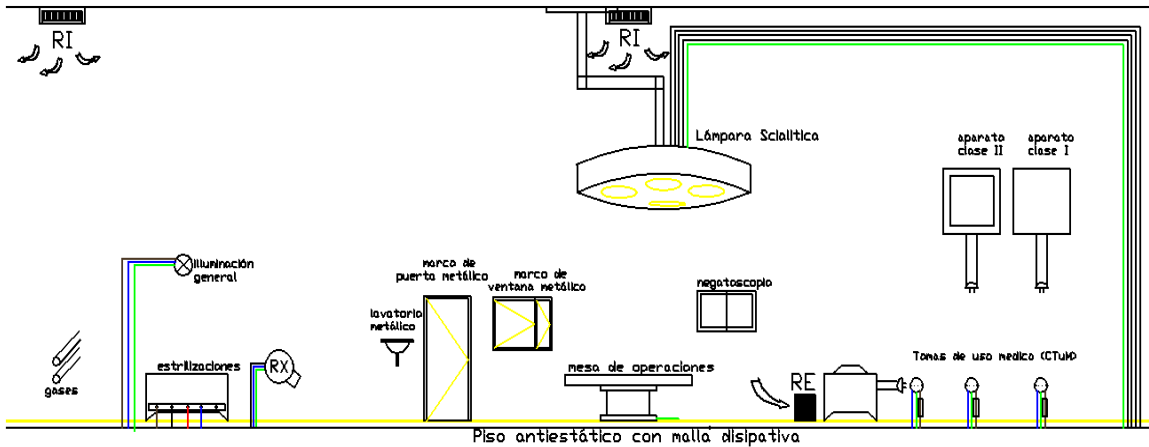


Figura 3.73.b: Esquema del quirófano

De la misma manera se continúa con los demás equipos hasta asignar la totalidad de las zonas climatizadas.

Equipo Farmacia

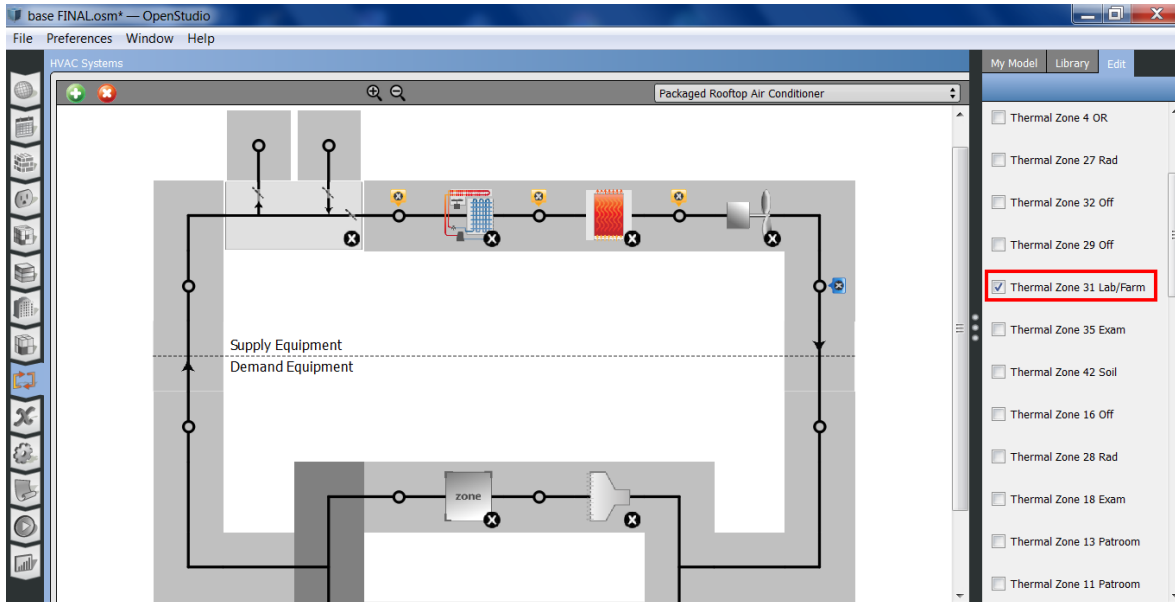


Figura 3.74: Representación del ciclo del equipo “Farmacia”

Serpentín de refrigeración.

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 1 FARM
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 35710 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	1
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.75: Serpentin de refrigeración del equipo “Farmacia”

Serpentín de calefacción.

OS:Coil:Heating:Gas	
Name	Coil Heating Gas 1
Gas Burner Efficiency	0.8
Nominal Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 59900 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Parasitic Electric Load	0 W
Parasitic Gas Load	0 W

Figura 3.76: Serpentín de calefacción del equipo “Farmacia”

Ventilador.

OS:Fan:ConstantVolume	
Name	Fan Constant Volume 1
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Fan Efficiency	0.7
Pressure Rise	500 Pa
Maximum Flow Rate	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 2.83 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Motor Efficiency	0.9
Motor In Airstream Fraction	1.0

Figura 3.77: Ventilador del equipo "Farmacia"

Equipo PA y PB

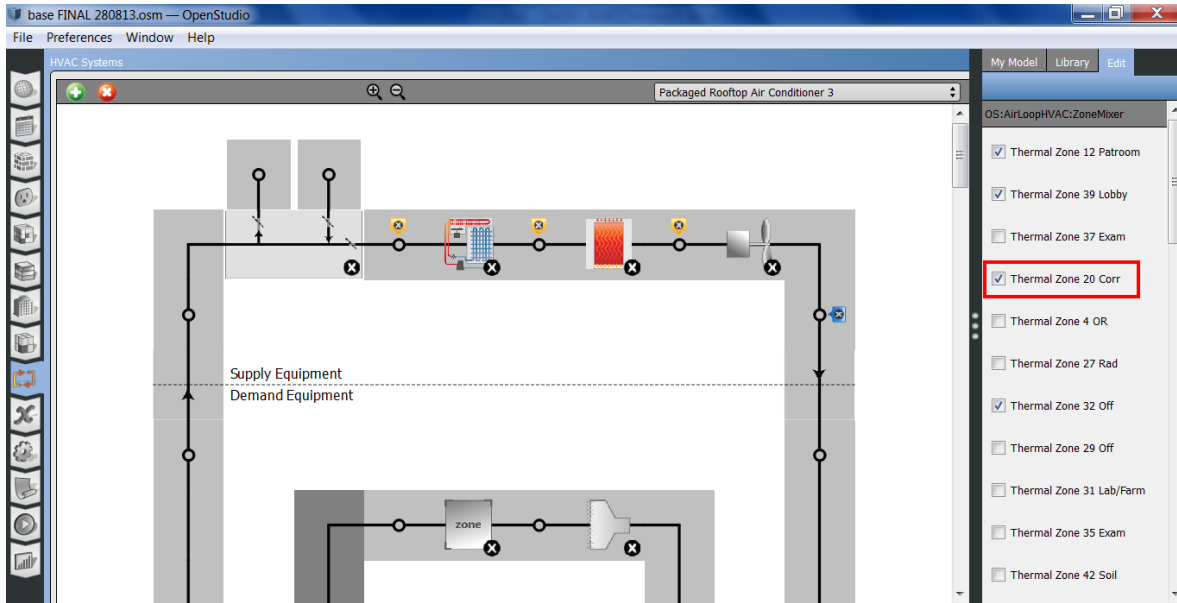


Figura 3.78: Representación del ciclo del equipo “PA Y PB”

Serpentín de refrigeración.

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 4 PB Y PA
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 88000 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	1
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.79: Serpentin de refrigeración del equipo “PB Y PA”

Serpentin de calefacción.

OS:Coil:Heating:Gas	
Name	Coil Heating Gas 4
Gas Burner Efficiency	0.8
Nominal Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 62800 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Parasitic Electric Load	0 W
Parasitic Gas Load	0 W

Figura 3.80: Serpentín de calefacción del equipo de “PA Y PB”

Ventilador.

OS:Fan:ConstantVolume	
Name	Fan Constant Volume 4
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Fan Efficiency	0.7
Pressure Rise	500 Pa
Maximum Flow Rate	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 4.719 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Motor Efficiency	0.9
Motor In Airstream Fraction	1.0

Figura 3.81: Ventilador del equipo de “PA Y PB”

Equipo PB

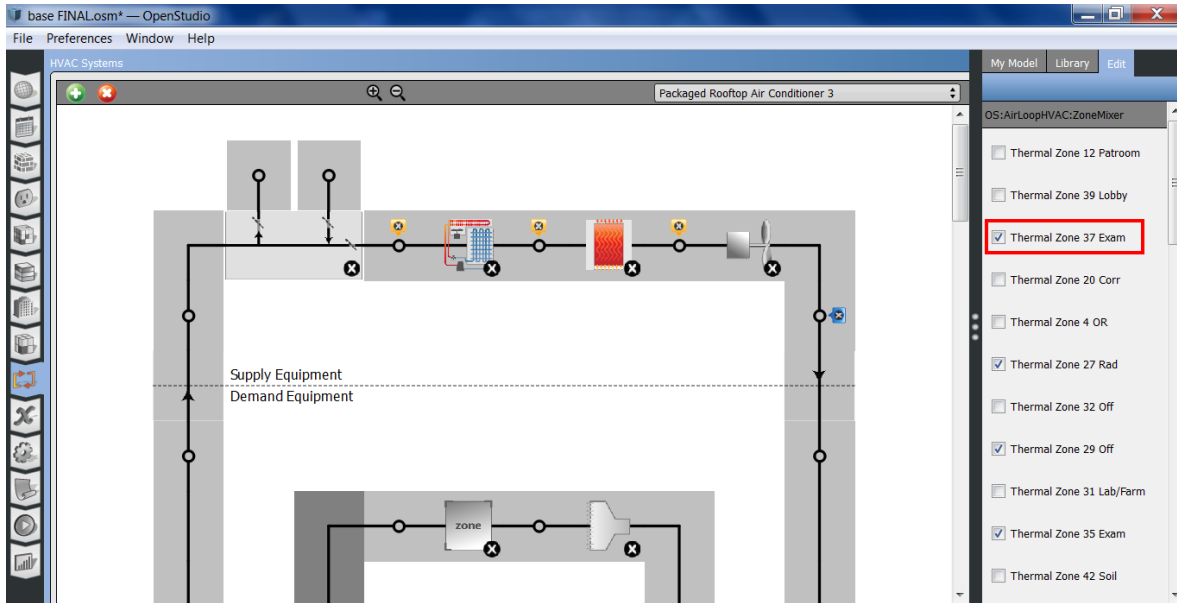


Figura 3.82: Representación del ciclo del equipo “PB”

Serpentín de refrigeración.

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 3 PB
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 53570 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	2.5
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.83: Serpentin de refrigeración del equipo "PB"

Serpentin de calefacción.

OS:Coil:Heating:Gas	
Name	Coil Heating Gas 3
Gas Burner Efficiency	0.8
Nominal Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 88000 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Parasitic Electric Load	0 W
Parasitic Gas Load	0 W

Figura 3.84: Serpentín de calefacción del equipo “PB”

Ventilador.

OS:Fan:ConstantVolume	
Name	Fan Constant Volume 3
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Fan Efficiency	0.7
Pressure Rise	500 Pa
Maximum Flow Rate	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 2.83 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Motor Efficiency	0.9
Motor In Airstream Fraction	1.0

Figura 3.85: Ventilador del equipo "PB"

Se debe aclarar que todos los equipos de climatización en el edificio DASPU poseen filtros para garantizar una cierta calidad del aire.

En los consultorios y áreas comunes, el sistema de aire requiere de un filtro con una eficiencia mínima de filtración del 85% para partículas de 0.3 micrones a la velocidad facial de 300 FPM.

Los filtros de aire instalados en éstos equipos son descartables, de forma cuadrada plana de 50 mm por 50 mm, poseen elementos filtrantes de fibras poliéster no tejidas, termo-fijadas. El medio filtrante está pegado al marco con adhesivos sintéticos dando mayor estanqueidad al elemento (filtro).

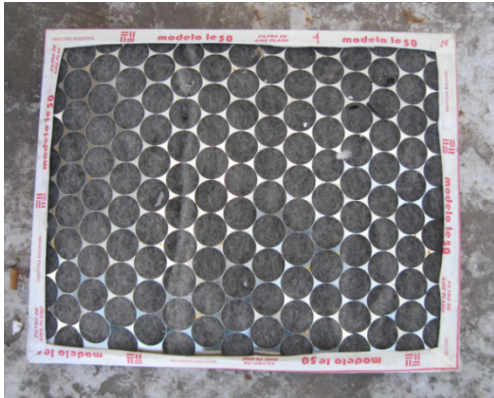


Figura 3.86.a: Filtro de aire plano



Figura 3.86.b: Filtro de aire plano

En el quirófano el sistema de filtrado de aire requiere de dos filtros. El primero (pre filtro) comúnmente con forma de panal de abeja, no permite que ingresen partículas de grandes dimensiones al sistema de ventilación. El segundo es un filtro de alta eficiencia (HEPA), que alcanza una eficiencia de filtrado para partículas de 0,3 micrones con una velocidad media de paso de 0,03 a 0,05 m/seg., además se realiza la aplicación de sellador que no permite la adhesión de partículas o gérmenes.

Los filtros en los quirófanos son usados para la limpieza del aire que va a ser inyectado y también, antes de la salida del aire contaminado al exterior, como también ocurre en laboratorios.



Figura 3.87.a: Filtro de aire equipo Quirófano



Figura 3.87.b: Filtro de aire equipo Quirófano

Se observa en las imágenes que en el equipo del quirófano no se encuentra el filtro de aire. La faltante del mismo se mantuvo durante todas las visitas realizadas al edificio.

Servicio de Agua

El edificio de DASPU cuenta con 19 baños de los cuales 8 poseen duchas para bañarse, en habitaciones de recuperación y en vestuarios para el personal médico, para servirse de agua caliente tanto en planta baja como en planta alta DASPU cuenta con dos termo tanques de 160 litros de capacidad, más otro de reserva.

Para considerar el sistema de agua en Open Studio se parte de una plantilla de servicio de agua (Service Water) que se encuentra por defecto en la versión Open Studio 0.11.0, a la cual se le cargan tantas conexiones de agua como se necesiten. En este caso se cargaron dos, una para cada una de las plantas.

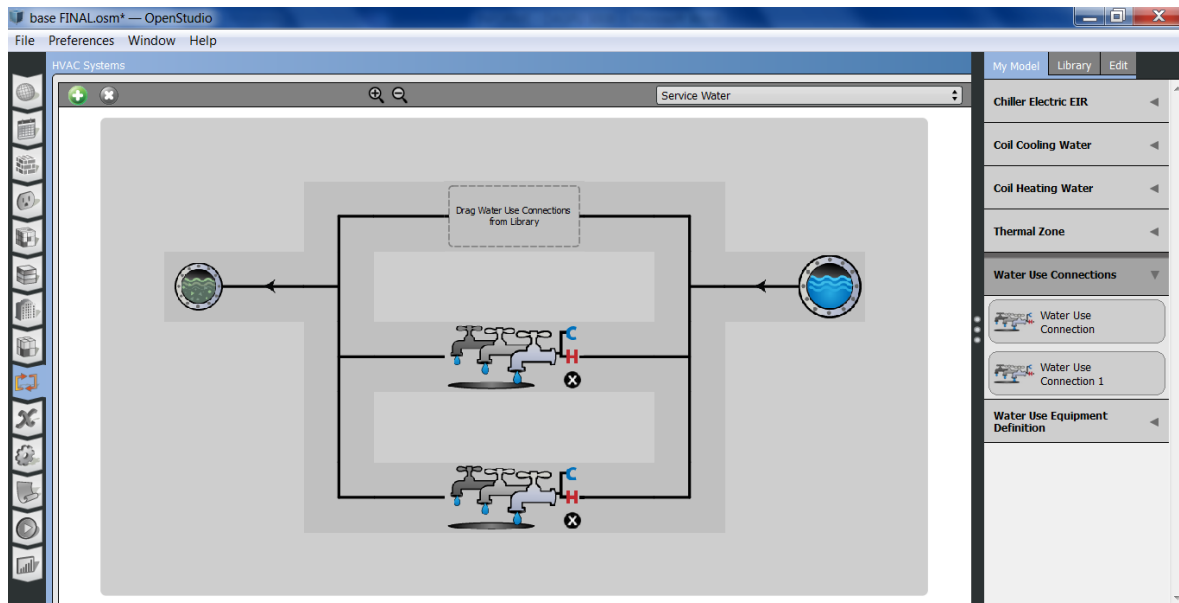


Figura 3.88: Representación de las conexiones de agua

Para que las conexiones de agua formen parte de un ciclo de agua se debe cargar una nueva plantilla vacía, y desde Mi Modelo (My Model) se arrastran las conexiones creadas anteriormente al ciclo (Loop).

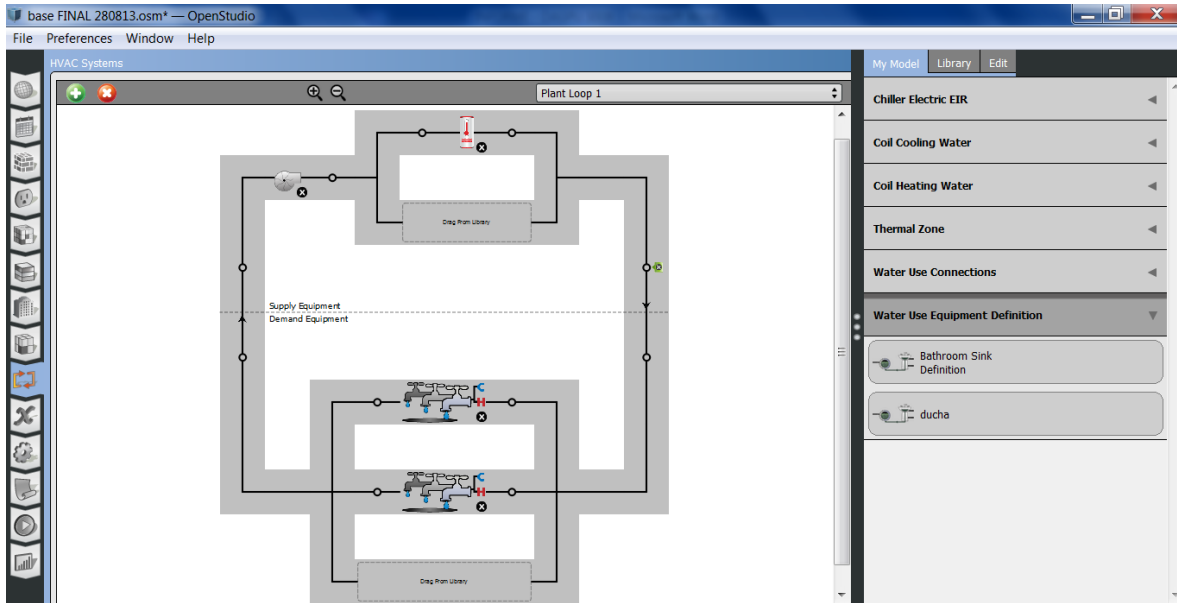


Figura 3.89: Representación del ciclo de agua doméstica

En el nuevo ciclo, se observan todos los componentes que forman del sistema de agua, bomba de agua, calentador de agua (termo tanque) y termostato, todos éstos se encuentran en la parte superior y forman parte del equipamiento de suministro a las conexiones.

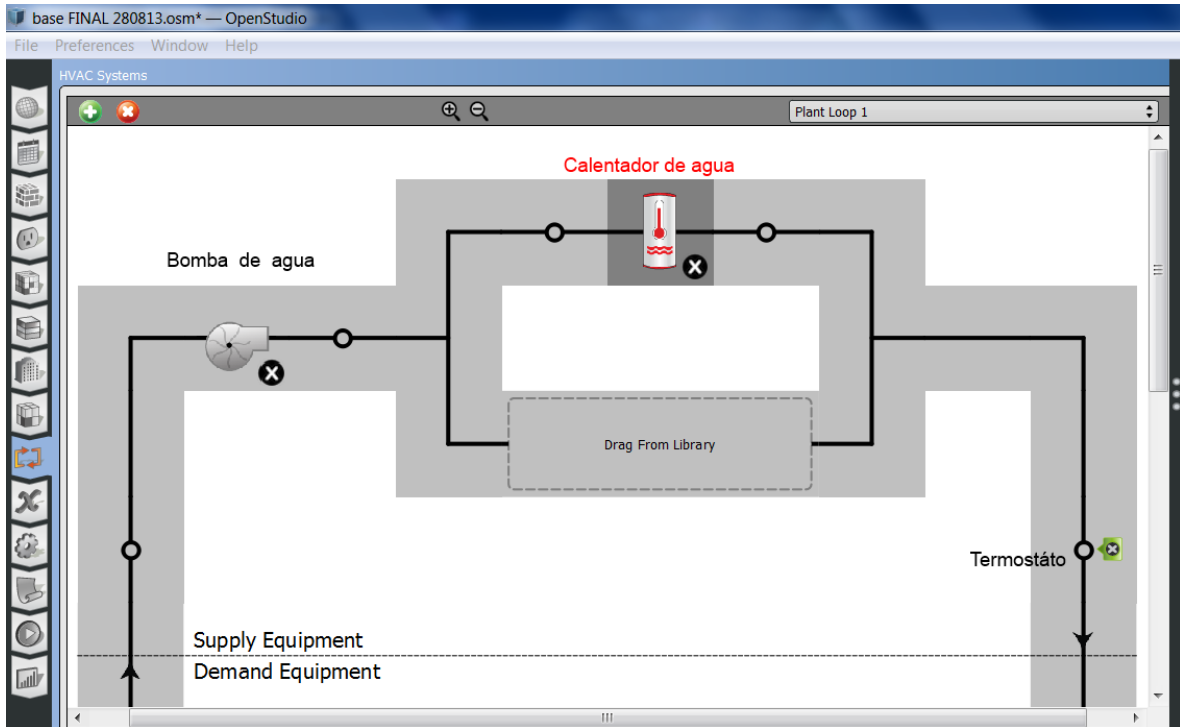


Figura 3.90: Componentes del ciclo de agua doméstica

Se puede acceder a cada uno de los componentes del sistema para controlar o modificar sus características según las especificaciones de los equipos instalados.

Bomba de agua

OS:Pump:VariableSpeed

Name
OS:Pump:VariableSpeed 1

Rated Flow Rate
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Rated Pump Head
179352 Pa

Rated Power Consumption
 Hard Sized W
 Autosized Autosize

Motor Efficiency
0.9

Fraction of Motor Inefficiencies to Fluid Stream
0.0

Coefficient 1 of the Part Load Performance Curve
0.0

Figura 3.91.a: Bomba del ciclo de agua doméstica

Calentador de agua

OS:WaterHeater:Mixed

Name
OS:WaterHeater:Mixed

Tank Volume
 Hard Sized 0.32 m³
 Autosized Autosize

Setpoint Temperature Schedule Name
Water Heater Setpoint Temperature

Deadband Temperature Difference
2 K

Maximum Temperature Limit
82.22 C

Heater Control Type
Cycle

Heater Maximum Capacity
 Hard Sized 845000 W
 Autosized Autosize

Figura 3.91.b: Termo tanque del ciclo de agua doméstica

Heater Minimum Capacity
W

Heater Ignition Minimum Flow Rate
0.0 m³/s

Heater Ignition Delay
0.0 s

Heater Fuel Type
NaturalGas

Heater Thermal Efficiency
0.8

Part Load Factor Curve Name

Off Cycle Parasitic Fuel Consumption Rate
20 W

Off Cycle Parasitic Fuel Type
NaturalGas

Figura 3.91.c: Termo tanque del ciclo de agua doméstica

Las zonas a servir en éste caso son las conexiones de agua que fueron arrastradas al ciclo, y se encuentran en la zona inferior del mismo.

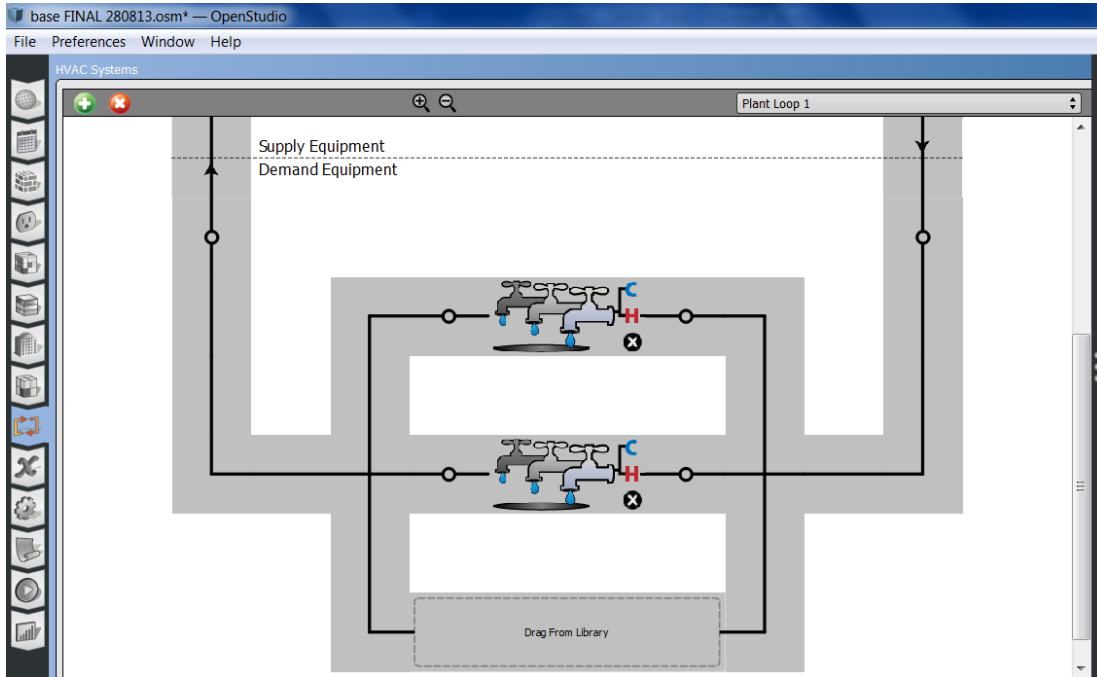


Figura 3.92: Conexiones de agua dentro del ciclo

Ingresando a cada una de las conexiones, se les puede cargar el equipamiento de agua (Water Use Equipment) como los baños (Bathroom Sink).

A continuación se observa el baño de la farmacia.

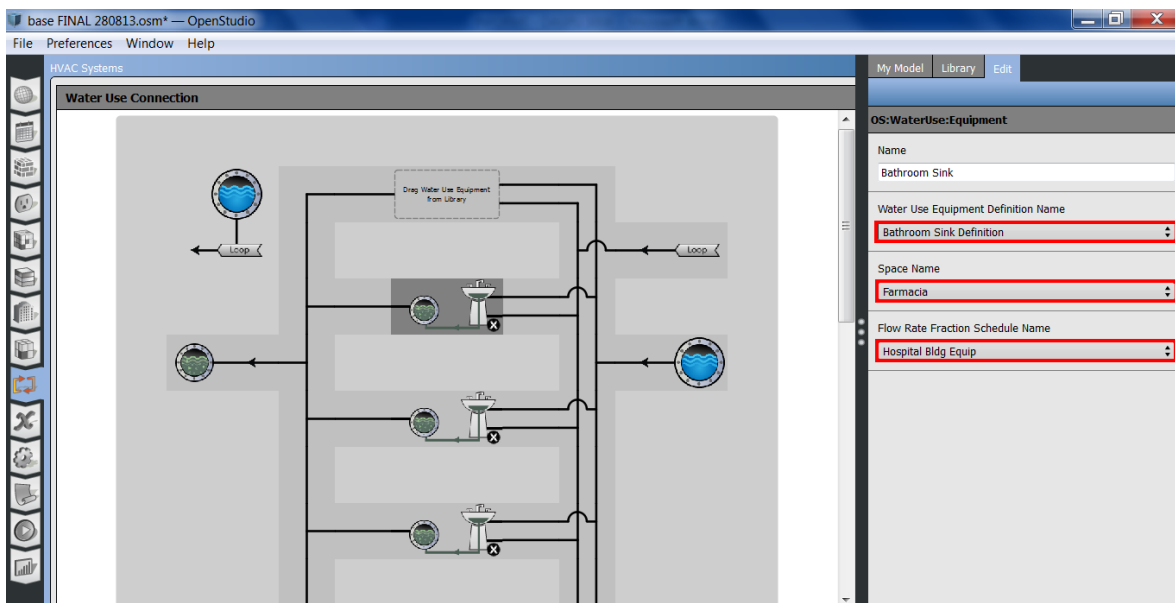


Figura 3.93: Representación del equipamiento en baños sin ducha

Cuando el baño del local posee ducha el consumo de agua se triplica por lo que es necesario, crear una nueva carga de equipamiento de agua, el cual se ha denominado Ducha.

Teniendo en cuenta datos de los impuestos pagados por el servicio de agua, se puede estimar que se consumen 1500 metros cúbicos de agua por año y que el metro cúbico tiene un precio de \$2.80, luego si consideramos la cantidad de baños con ducha del edificio duplicada, por el hecho de que comúnmente no es utilizado con frecuencia éste artefacto, el consumo de agua en cada baño equipado con ducha es de 0.0007 metros cúbicos por segundo.

El valor encontrado es superior al esperado para un baño, que como ya se dijo, es el triple con respecto al de un toilette, por lo que se decide adoptar el valor 0.00010 metros cúbicos por segundo.

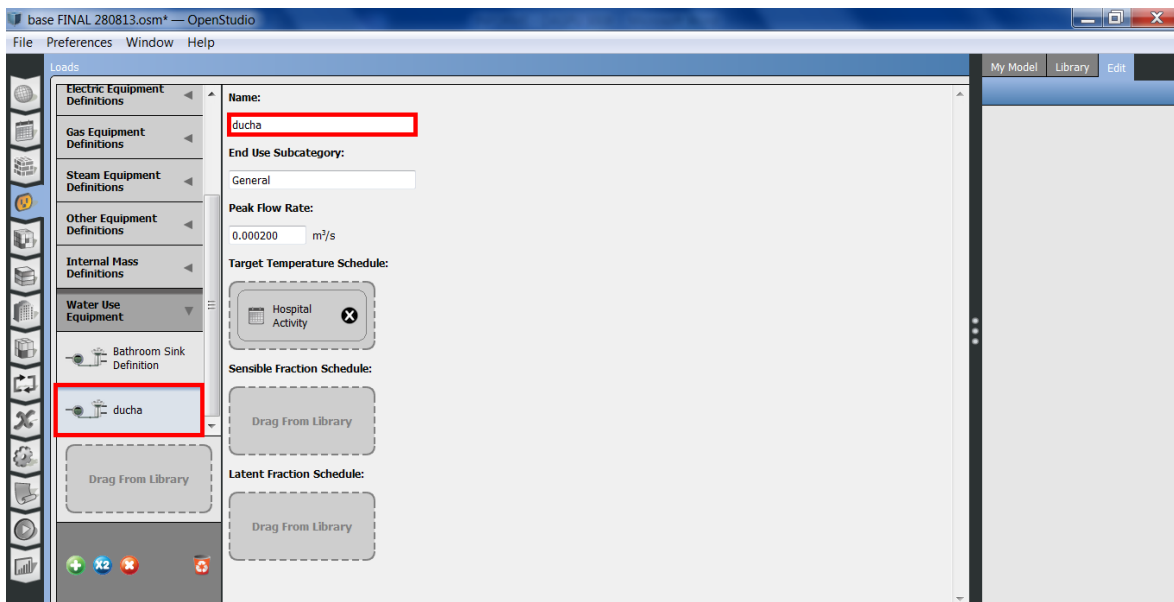


Figura 3.94: Equipamiento de baños con ducha

A continuación se observa el baño de la habitación de recuperación número 1.

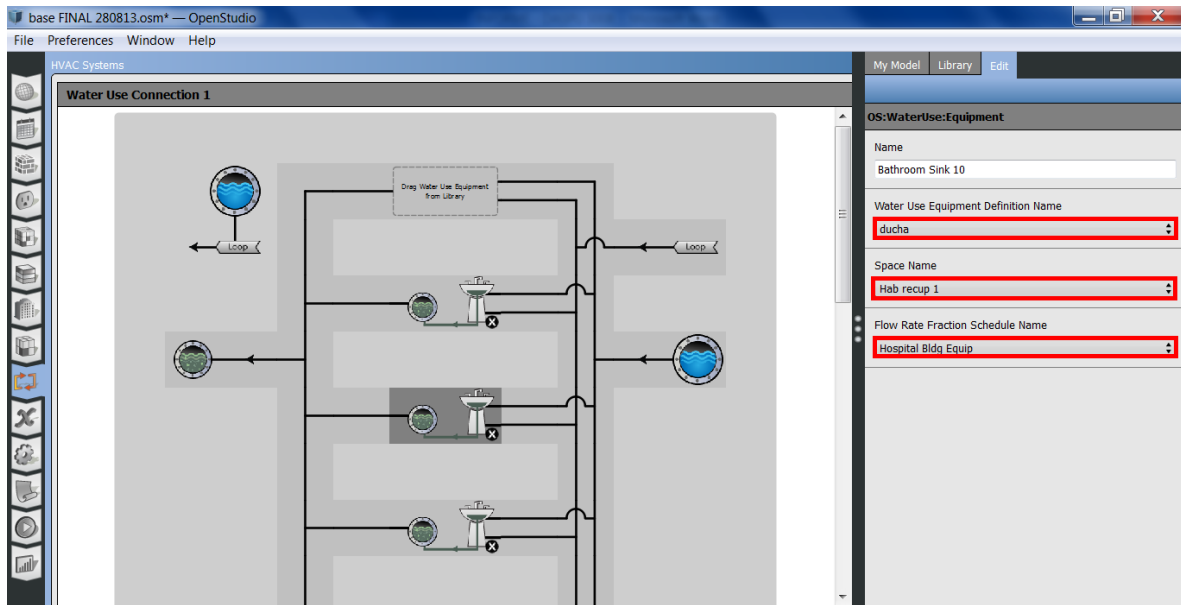


Figura 3.95: Representación del equipamiento en baños con ducha

3.7.12. Variables de Salida

Open Studio brinda la posibilidad de mostrar otras variables que no se muestran en las salidas por defecto generadas como parte del informe luego de la simulación. Algunas de las variables son humedad relativa y temperatura del aire interior generada por las personas dentro de los locales, ganancia de calor sensible y latente debido a las personas. Agregar variables como las anteriormente dichas genera nuevos reportes que pueden ser horarios, diarios, mensuales, o por periodo adoptado por el usuario, pero además hace que la simulación lleve más tiempo de lo normal, por lo que en éste caso no se agregaran variables que las que se muestran por defecto.



Figura 3.96: Variables de salida alternativas

3.7.13. Características de la simulación

Las características de la simulación pueden observarse desde Open Studio.

El periodo de la corrida puede ser modificado desde el calendario del mismo programa, de esa forma se puede simular el consumo energético en cualquier estación del año o periodo de interés. El edificio de DASPU será simulado para un año completo.

Los pasos de tiempo por hora simulada, sobre los cuales el software de cálculo, Energy Plus, trunca la convergencia, son 4 por defecto y así se adoptará para ésta simulación.

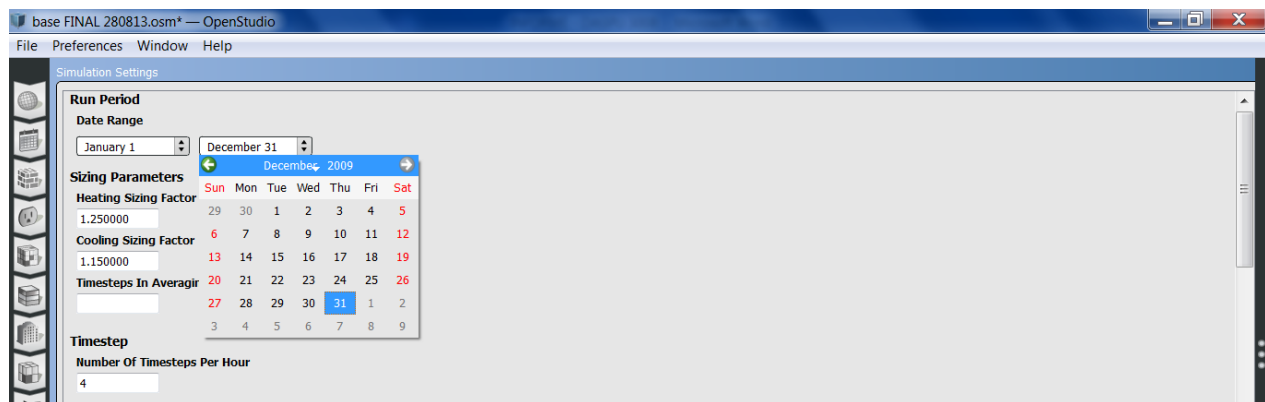


Figura 3.97: Asignación del periodo para la simulación

La tolerancia para la medición de la temperatura será de 0.20 kelvin, el número máximo de iteraciones sobre los sistemas de climatización será de 20 y sobre los sistemas de agua 8.

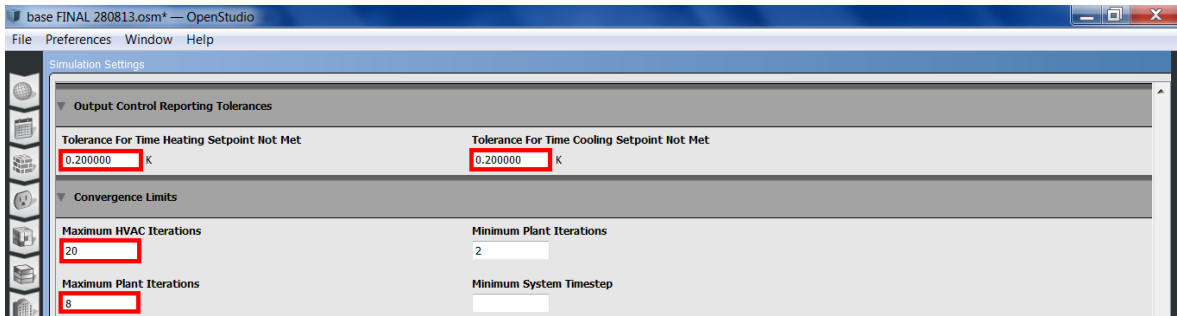


Figura 3.98: Tolerancia de las variables de la simulación

Las variables asociadas al balance de calor como temperatura máxima sobre superficies, mínimo y máximo coeficiente de transferencia de calor por convección, se dejarán con sus valores por defecto y se dejará desactivado el balance de dióxido de carbono.

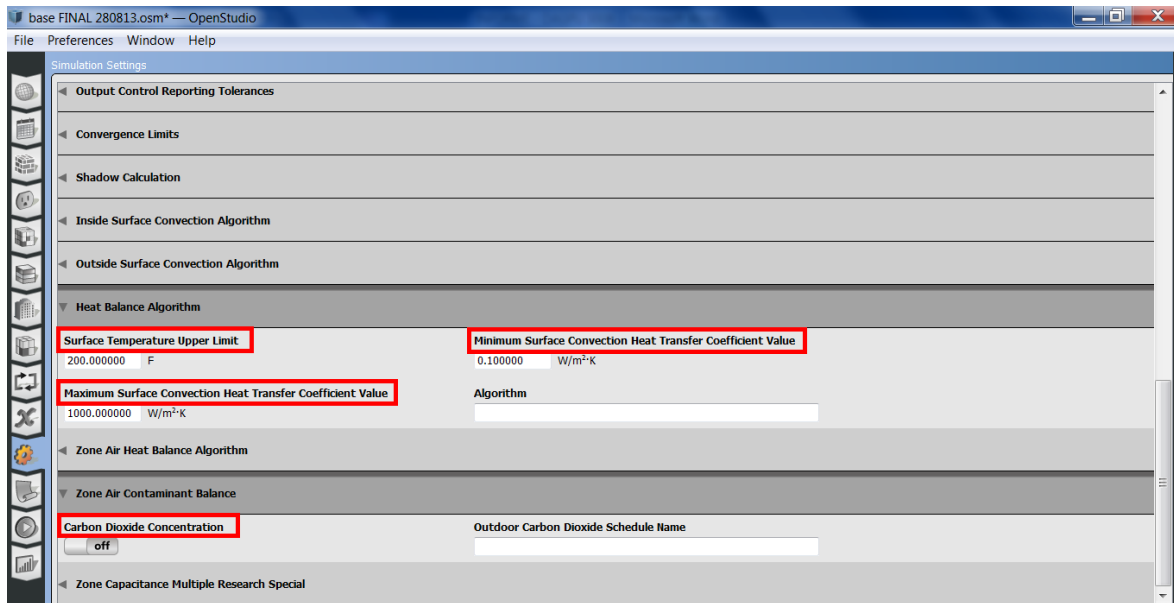


Figura 3.99: Algoritmos alternativos para el balance de calor

3.7.14. Simulación

Open Studio permite realizar la simulación, por medio de Energy Plus o por medio de Radiance si es que se quiere evaluar la radiación sobre el edificio, ésta corrida es muy precisa por lo que el tiempo de simulación suele ser diez veces mayor.

En este caso se hará la simulación con Energy Plus, para lo cual el programa exige guardar los cambios realizados o la última versión que se intenta correr, hecho esto, comienza la simulación reconociendo el archivo climático y el modelo realizado desde Sketch Up para luego llevar a cabo el cálculo de consumo de energía por parte del edificio según los sistemas cargados

3.8. Presentación de los resultados

3.8.1. Corrida base

La corrida base, en éste caso, representa el funcionamiento energético actual del edificio de la cuarta sede de DASPU, teniendo en cuenta los espacios tipo, zonas termales y los sistemas de aire y agua instalados actualmente en el edificio.

A los espacios no acondicionados, es decir, el comedor y la caja de circulación vertical exclusiva para pacientes en planta alta y el depósito de desechos tóxicos en planta baja, se les asignaron las cargas ideales que genera el clima de la ciudad de Córdoba.

Los resultados arrojados por Open Studio se presentan a continuación:

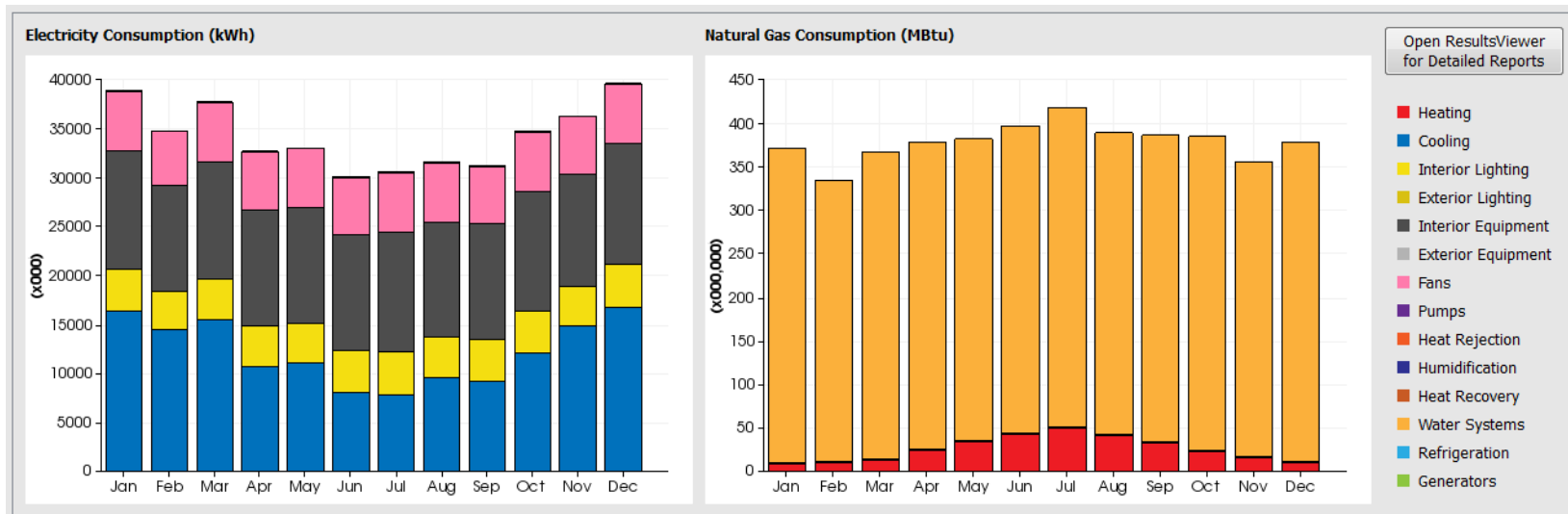


Figura 3.100: Gráfico de consumo de electricidad y de gas natural

Electricity Consumption (kWh x000)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cooling	1.63e+04	1.445e+04	1.543e+04	1.067e+04	1.101e+04	8070	7744	9566	9226	1.211e+04	1.483e+04	1.673e+04	1.461e+05
Interior Lighting	4271	3859	4231	4223	4098	4223	4404	4098	4223	4271	4049	4404	5.035e+04
Exterior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Equipment	1.214e+04	1.089e+04	1.19e+04	1.182e+04	1.176e+04	1.182e+04	1.229e+04	1.176e+04	1.182e+04	1.214e+04	1.144e+04	1.229e+04	1.421e+05
Exterior Equipment	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fans	6042	5457	6042	5847	6042	5847	6042	6042	5847	6042	5847	6042	7.114e+04
Pumps	106.3	95.5	104.3	104.1	102.3	104.1	108.3	102.3	104.1	106.3	99.98	108.3	1246
Heat Rejection	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidification	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Recovery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Water Systems	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Refrigeration	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generators	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	3.886e+04	3.475e+04	3.771e+04	3.267e+04	3.301e+04	3.007e+04	3.059e+04	3.157e+04	3.122e+04	3.467e+04	3.627e+04	3.957e+04	4.11e+05

Natural Gas Consumption (MBtu x000,000)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	8.6	9.461	12.75	24.27	34.31	42.86	49.61	41.4	32.29	23.06	14.95	10.25	303.8
Cooling	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Exterior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Equipment	1.374	1.249	1.374	1.374	1.312	1.374	1.437	1.312	1.374	1.374	1.312	1.437	16.3
Exterior Equipment	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pumps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Rejection	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidification	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Recovery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Water Systems	360.1	323.3	352.9	352.2	346.3	352.2	366.7	346.3	352.2	360.1	338.5	366.7	4218
Refrigeration	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generators	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	370.1	334	367.1	377.9	381.9	396.5	417.8	389	385.9	384.5	354.7	378.4	4538

Figura 3.101: Tabla de consumo de electricidad y de gas natural

Reporte: **Verificación de entradas. (Input Verification and Results Summary)**

	Valor
Versión del programa Fecha de simulación	EnergyPlus-Windows-OMP-32 7.2.0.006, YMD=2013.09.14 08:36
Período de la corrida	RUN PERIOD 1
Archivo climático	CORDOBA-AERO - ARG IWEC2 WMO#=873440
Latitud [deg]	-31.3
Longitud [deg]	-64.2
Elevación [m]	474.00
Zona horaria	-3.0
Orientación [deg]	0.00
Horas simuladas [hrs]	8760.00

Reporte: **Resumen anual del desempeño de los servicios del edificio (Annual Building Utility Performance Summary)**

Para: **Todas las instalaciones**

Energía de la fuente y del sitio (Site and Source Energy)

	Energía Total [GJ]	Energía para toda el área construida [MJ/m ²]	Energía para toda el área construida condicionada [MJ/m ²]
Energía total de sitio	6516.90	5153.48	5153.48
Energía neta de sitio	6516.90	5153.48	5153.48
Energía total de la fuente	10192.79	8060.33	8060.33
Energía neta de la fuente	10192.79	8060.33	8060.33

Área construida (Building Área)

	Área [m2]
Área total construida	1264.56
Área construida condicionada	1264.56
Área construida no condicionada	0.00

Usos finales de energía (End Uses)

	Electricidad [GJ]	Gas Natural [GJ]	Agua [m3]
Calefacción	0.00	320.53	0.00
Refrigeración	526.09	0.00	0.00
Luces interiores	181.27	0.00	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	511.48	17.20	0.00
Equipamiento Exterior	0.00	0.00	0.00
Ventilación	256.10	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	4.48	0.00	0.00
Sistemas de agua	0.00	4449.87	19174.12
Uso final Total	1479.42	4787.61	19174.12

Usos finales por subcategoría (End Uses By Subcategory)

	Subcategoría	Electricidad [GJ]	Gas Natural [GJ]	Agua [m3]
Calefacción	General	0.00	320.53	0.00
Refrigeración	General	526.09	0.00	0.00
Luces interiores	General	65.34	0.00	0.00
	Luces	115.93	0.00	0.00
Luces exteriores	General	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	General	105.27	0.00	0.00
	Equipamiento Eléctrico	406.22	0.00	0.00
	Equipamiento a Gas	0.00	17.20	0.00
Equipamiento Exterior	General	0.00	0.00	0.00
Ventilación	Ventilación (simple)	0.00	0.00	0.00
	General	256.10	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	General	4.48	0.00	0.00
Sistemas de agua	Calentador de agua	0.00	4449.87	0.00
	General	0.00	0.00	19174.12

Servicios utilizados por el area total construida (Utility Use Per Total Floor Área)

	Intensidad Eléctrica [MJ/m ²]	Intensidad Gas Natural [MJ/m ²]	Intensidad del consumo de agua [m ³ /m ²]
Iluminación	143.35	0.00	0.00
HVAC	622.09	3772.37	15.16
Otros	404.47	13.60	0.00
Total	1169.91	3785.98	15.16

PERFORMANCE

Resumen de las zonas (Zone Summary)

Zonas termales	Area [m2]	Condicionada (Yes/No)	Parte del área total construida (Yes/No)	Volumen [m3]	Multiplicadores	Area de muros [m2]	Área vidriada [m2]	Iluminación [W/m2]	Personas [m2 por persona]	Cargas y procesos [W/m2]
THERMAL ZONE 31 LAB/FARM	102.05	Yes	Yes	279.94	1.00	96.95	10.34	15.0000	10.20	34.6598
THERMAL ZONE 38 EXAM	22.97	Yes	Yes	63.02	1.00	13.73	5.49	15.0000	3.83	20.0000
THERMAL ZONE 27 RAD	24.50	Yes	Yes	67.21	1.00	11.03	4.41	8.0000	4.08	80.0000
THERMAL ZONE 24 EXAM	48.20	Yes	Yes	132.22	1.00	41.40	16.56	15.0000	8.03	20.0000
THERMAL ZONE 23 TOI	31.39	Yes	Yes	86.11	1.00	30.85	1.62	15.0000		3.1215
THERMAL ZONE 17 OFF	26.84	Yes	Yes	73.61	1.00	28.72	11.49	12.0000	8.95	7.8577
THERMAL ZONE 14 PATROOM	26.23	Yes	Yes	71.94	1.00	15.47	5.10	8.0000	6.56	15.7153

THERMAL ZONE 12 PATROOM	27.06	Yes	Yes	74.24	1.00	15.97	6.39	8.0000	6.77	15.7153
THERMAL ZONE 15 PATROOM	30.49	Yes	Yes	83.63	1.00	29.76	7.31	8.0000	7.62	15.7153
THERMAL ZONE 13 PATROOM	30.22	Yes	Yes	82.90	1.00	17.06	6.82	8.0000	7.55	15.7153
THERMAL ZONE 11 PATROOM	23.57	Yes	Yes	64.67	1.00	28.67	4.85	8.0000	5.89	15.7153
THERMAL ZONE 8 PATROOM	34.21	Yes	Yes	93.86	1.00	19.31	7.72	8.0000	8.55	15.7153
THERMAL ZONE 7 DRESSROOM	32.74	Yes	Yes	89.80	1.00	19.31	7.72	10.0000	16.37	8.6111
THERMAL ZONE 4 OR	24.41	Yes	Yes	66.97	1.00	14.40	5.76	30.0000	3.49	60.0000
THERMAL ZONE 10 NURSE	16.16	Yes	Yes	44.34	1.00	0.00	0.00	15.0000	4.04	8.1806
THERMAL ZONE 30 RAD	27.12	Yes	Yes	74.40	1.00	12.12	0.00	8.0000	4.52	60.0000
THERMAL ZONE 19	18.52	Yes	Yes	107.25	1.00	99.72	1.03	10.0000	6.66	23.5730

STAIR											
THERMAL ZONE 22 DINN	9.84	Yes	Yes	27.00	1.00	17.31	3.83	12.0000	0.98	7.8577	
THERMAL ZONE 40 CORR PB	157.17	Yes	Yes	431.14	1.00	37.24	21.53	15.0000	10.48	15.0000	
THERMAL ZONE 32 OFF	11.73	Yes	Yes	32.18	1.00	22.99	7.58	12.0000	3.91	7.8577	
THERMAL ZONE 26 LAB	18.59	Yes	Yes	51.00	1.00	8.37	3.35	15.0000	1.86	34.6598	
THERMAL ZONE 5 PROCROOM	19.61	Yes	Yes	53.79	1.00	14.24	5.69	30.0000	3.27	23.5730	
THERMAL ZONE 28 RAD	15.42	Yes	Yes	42.30	1.00	10.09	4.04	8.0000	2.57	80.0000	
THERMAL ZONE 18 EXAM	21.49	Yes	Yes	58.96	1.00	37.06	9.67	15.0000	3.58	20.0000	
THERMAL ZONE 34 EXAM	14.46	Yes	Yes	39.66	1.00	8.64	3.46	15.0000	2.41	20.0000	
THERMAL ZONE 3 ANES	11.16	Yes	Yes	30.61	1.00	19.34	7.78	11.6875	5.58	11.0088	
THERMAL	12.32	Yes	Yes	33.80	1.00	7.27	2.91	15.0000	1.23	34.6598	

ZONE 6 LAB											
THERMAL ZONE 9 KITCH	19.25	Yes	Yes	52.81	1.00	3.62	1.45	12.0000	4.81	358.8786	
THERMAL ZONE 29 OFF	16.26	Yes	Yes	44.60	1.00	10.64	4.26	12.0000	5.42	7.8577	
THERMAL ZONE 35 EXAM	20.15	Yes	Yes	55.28	1.00	12.04	4.82	15.0000	3.36	20.0000	
THERMAL ZONE 20 CORR	99.80	Yes	Yes	273.78	1.00	26.09	3.82	15.0000	6.65	15.0000	
THERMAL ZONE 39 LOBBY	30.09	Yes	Yes	82.54	1.00	30.57	20.40	15.0000	2.01	15.0000	
THERMAL ZONE 42 SOIL	7.82	Yes	Yes	21.45	1.00	32.59	0.00	15.0000	2.61	15.7153	
THERMAL ZONE 25 PHYS	53.76	Yes	Yes	147.47	1.00	24.20	9.68	10.0000	3.58	11.7327	
THERMAL ZONE 41 STAIR	43.27	Yes	Yes	250.60	1.00	172.23	32.94	10.0000	6.66	23.5730	
THERMAL	4.92	Yes	Yes	13.50	1.00	13.44	3.83	15.0000	0.33	15.0000	

ZONE 21 CORR										
THERMAL ZONE 43 ELECT	16.79	Yes	Yes	46.07	1.00	44.99	0.00	15.0000		39.1806
THERMAL ZONE 16 OFF	17.58	Yes	Yes	48.22	1.00	10.37	4.15	12.0000	5.86	7.8577
THERMAL ZONE 37 EXAM	11.82	Yes	Yes	32.43	1.00	8.01	3.20	15.0000	1.97	20.0000
THERMAL ZONE 2 OR	31.08	Yes	Yes	85.26	1.00	11.52	4.61	25.0000	4.44	80.0000
THERMAL ZONE 1 HOSP OR	25.54	Yes	Yes	70.07	1.00	29.77	3.79	25.0000	3.65	80.0000
THERMAL ZONE 36 EXAM	12.47	Yes	Yes	34.22	1.00	8.45	3.38	15.0000	2.08	20.0000
THERMAL ZONE 33 EXAM	15.47	Yes	Yes	42.43	1.00	9.24	3.70	15.0000	2.58	20.0000
Total	1264.56			3657.29		1124.79	276.47	590.69	205	1424.71

Reporte: **Resumen de la demanda de componentes de uso final (Demand End Use Components Summary)**

	Electricidad [W]	Gas Natural [W]	Agua [m3/s]
Pico de consumo	25-FEB-13:00	09-JUL-07:15	01-JAN-18:15
Calefacción	0.00	60507.80	0.00
Refrigeración	66998.84	0.00	0.00
Luces interiores	15359.09	0.00	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	30280.83	1155.06	0.00
Equipamiento Exterior	0.00	0.00	0.00
Ventilación	8120.82	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	294.32	0.00	0.00
Sistemas de agua	0.00	293659.70	0.00061
Uso final Total	121053.91	355322.57	0.00061

Usos finales por subcategoría (End Uses By Subcategory)

	Subcategoría	Electricidad [W]	Gas Natural [W]	Agua [m3/s]
Calefacción	General	0.00	60507.80	0.00
Refrigeración	General	66998.84	0.00	0.00
Luces interiores	General	4171.49	0.00	0.00
	Luces	11187.60	0.00	0.00
Luces exteriores	General	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	General	5234.65	0.00	0.00
	Equipamiento Eléctrico	25046.18	0.00	0.00
	Equipamiento a Gas	0.00	1155.06	0.00
Equipamiento Exterior	General	0.00	0.00	0.00
Ventilación	Ventilación (simple)	0.00	0.00	0.00
	General	8120.82	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	General	294.32	0.00	0.00
Sistemas de agua	Calentador de agua	0.00	293659.70	0.00
	General	0.00	0.00	6.10e-04

Reporte: Resumen de componentes de uso final de energía (Source Energy End Use Components Summary)

Resumen de la fuente de energía utilizada por los componentes de uso final (Source Energy End Use Components Summary)

	Electricidad de la fuente [GJ]	Gas Natural de la fuente [GJ]
Calefacción	0.00	347.46
Refrigeración	1666.12	0.00
Luces interiores	574.08	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00
Equipamiento Interior	1619.87	18.65
Equipamiento Exterior	0.00	0.00
Ventilación	811.06	0.00
Sistemas de bombeo	14.20	0.00
Sistemas de agua	0.00	4823.66
Total	4685.34	5189.77

**Fuente de energía utilizada por los componentes de uso final por area total construida
(Source Energy End Use Components Per Total Floor Área)**

	Electricidad de la fuente [MJ/m2]	Gas Natural de la fuente [MJ/m2]
Calefacción	0.00	274.76
Refrigeración	1317.55	0.00
Luces interiores	453.97	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00
Equipamiento Interior	1280.97	14.75
Equipamiento Exterior	0.00	0.00
Ventilación	641.38	0.00
Sistemas de bombeo	11.23	0.00
Sistemas de agua	0.00	3814.49
Total	3705.10	4104.00

Reporte: **Resumen de equipamiento (Equipment Summary)**

Serpentines de refrigeración (Cooling Coils)

	Tipo	Capacidad Total Nominal [W]	Capacidad Nominal Sensible [W]	Capacidad Nominal Latente [W]	Relación de calor sensible	Eficiencia Nominal [W/W]
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 4 PB Y PA	Coil:Cooling DX:Single Speed	88000.00	70281.66	17718.34	0.80	2.50
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 2 OR	Coil:Cooling: DX:Single Speed	17850.00	14256.00	3594.00	0.80	2.40
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 1 FARM	Coil:Cooling: DX:Single Speed	35710.00	28519.98	7190.02	0.80	2.60
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 3 PB	Coil:Cooling: DX:Single Speed	53570.00	42783.96	10786.04	0.80	2.50

Serpentines de calefacción (Heating Coils)

	Tipo	Capacidad Total Nominal [W]	Eficiencia Nominal [W/W]
Serpentín de calefacción GAS 4	Coil:Heating:Gas	62800.00	0.80
Serpentín de calefacción GAS 2	Coil:Heating:Gas	29000.00	0.80
Serpentín de calefacción GAS 1	Coil:Heating:Gas	59900.00	0.80
Serpentín de calefacción GAS 3	Coil:Heating:Gas	88000.00	0.80

Servicio de agua caliente doméstica (Service Water Heating)

	Tipo	Volumen [m3]	Input [W]	Eficiencia termal [W/W]	Recuperación de eficiencia [W/W]	Factor de energía
OS:WATERHEATER:MIXED	Calentador de agua	0.32	845000	0.80	2.18	0.58

Flujo de aire de los sistemas (System Design Air Flow Rates)

	Caudal de refrigeración calculado [m3/s]	Caudal de calefacción calculado [m3/s]
PACKAGED ROOFTOP AIR CONDITIONER 3	13.93	2.09
PACKAGED ROOFTOP AIR CONDITIONER 1	2.93	0.29
PACKAGED ROOFTOP AIR CONDITIONER	3.89	0.24
PACKAGED ROOFTOP AIR CONDITIONER 2	10.57	1.03

Reporte: Resumen de objetos (Object Count Summary)

	Total	Exterior
Muros	237	81
Losas	45	45
Techos	47	47
Ventanas	56	56
Puertas opacas	4	4
Puertas de vidrio	0	0
Superficies de Sombras	94	94
Aleros	0	0
Cortinas	0	0

Sistemas de climatización (HVAC)

	Total
HVAC Ciclos de aire	4
Zonas Condicionadas	43
Zonas no Condicionadas	0

Reporte: **Desempeño energético del edificio-Electricidad (BUILDING ENERGY PERFORMANCE – ELECTRICITY)**

	Iluminación interior [J]	Equipamiento interior [J]	Ventilación [J]	Sist. De bombeo [J]	Refrigeración [J]
Enero	0.153754E+11	0.437076E+11	0.217508E+11	0.382849E+09	0.586673E+11
Febrero	0.138935E+11	0.392162E+11	0.196459E+11	0.343813E+09	0.520033E+11
Marzo	0.152310E+11	0.428571E+11	0.217508E+11	0.375327E+09	0.555351E+11
Abril	0.152013E+11	0.425598E+11	0.210492E+11	0.374620E+09	0.384270E+11
Mayo	0.147513E+11	0.423332E+11	0.217508E+11	0.368152E+09	0.396479E+11
Junio	0.152013E+11	0.425598E+11	0.210492E+11	0.374620E+09	0.290531E+11
Julio	0.158552E+11	0.442315E+11	0.217508E+11	0.390024E+09	0.278787E+11
Agosto	0.147513E+11	0.423332E+11	0.217508E+11	0.368152E+09	0.344370E+11
Septiembre	0.152013E+11	0.425598E+11	0.210492E+11	0.374620E+09	0.332135E+11
Octubre	0.153754E+11	0.437076E+11	0.217508E+11	0.382849E+09	0.435957E+11
Noviembre	0.145771E+11	0.411853E+11	0.210492E+11	0.359923E+09	0.533911E+11
Diciembre	0.158552E+11	0.442315E+11	0.217508E+11	0.390024E+09	0.602392E+11
Total anual o promedio	0.181269E+12	0.511483E+12	0.256098E+12	0.448498E+10	0.526089E+12
Min de meses	0.138935E+11	0.392162E+11	0.196459E+11	0.343813E+09	0.278787E+11
Max de meses	0.158552E+11	0.442315E+11	0.217508E+11	0.390024E+09	0.602392E+11

Report: Desempeño energético del edificio-Gas natural (BUILDING ENERGY PERFORMANCE - NATURAL GAS)

	Equipamiento interior [J]	Calefacción [J]	Sist. De agua [J]
Enero	0.145001E+10	0.907391E+10	0.379903E+12
Febrero	0.131819E+10	0.998195E+10	0.341122E+12
Marzo	0.145001E+10	0.134516E+11	0.372371E+12
Abril	0.145001E+10	0.256029E+11	0.371638E+12
Mayo	0.138410E+10	0.361979E+11	0.365378E+12
Junio	0.145001E+10	0.452219E+11	0.371639E+12
Julio	0.151592E+10	0.523388E+11	0.386895E+12
Agosto	0.138410E+10	0.436782E+11	0.365378E+12
Septiembre	0.145001E+10	0.340657E+11	0.371638E+12
Octubre	0.145001E+10	0.243303E+11	0.379902E+12
Noviembre	0.138410E+10	0.157780E+11	0.357113E+12
Diciembre	0.151592E+10	0.108116E+11	0.386895E+12
Total anual o promedio	0.172024E+11	0.320533E+12	0.444987E+13
Min de meses	0.131819E+10	0.907391E+10	0.341122E+12
Max de meses	0.151592E+10	0.523388E+11	0.386895E+12

Por medio del Result Viewer de Open Studio se tiene la posibilidad de evaluar de forma gráfica algunas variables de interés como temperatura, humedad, ganancias de calor etc. a lo largo de todo el año y la forma en que estas varían. Es importante tener en cuenta que nos solo la temperatura sino también los cambios bruscos de temperatura en aquellas zonas donde el paciente se encuentra sin la vestimenta, puede ocasionar disconfort.

A continuación se observa los aumentos de temperatura en el quirófano debido a la radiación.

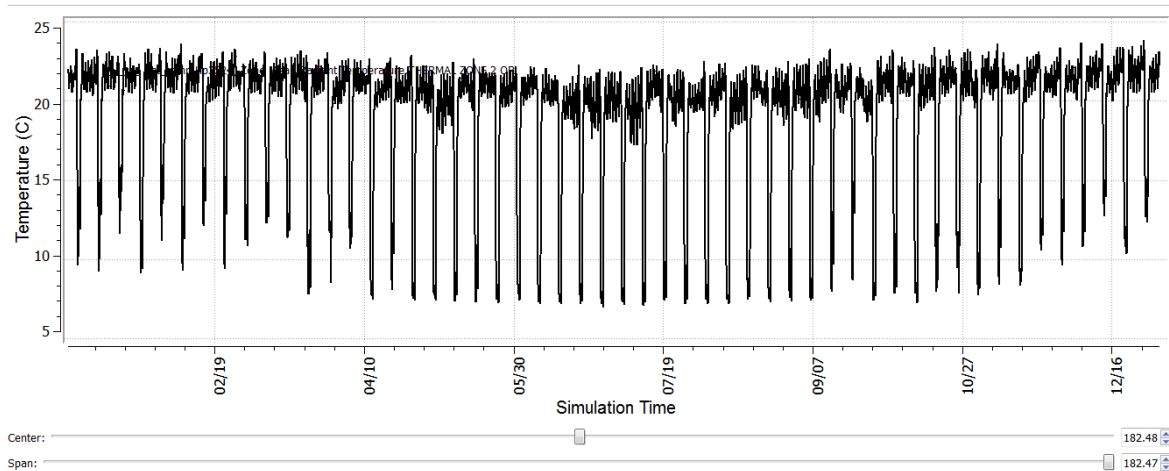


Figura 3.103: Variación de temperatura del quirófano

A simple vista no se observa claramente la variación de temperatura pero por medio del Span es posible expandir el gráfico y observar las variaciones diarias.

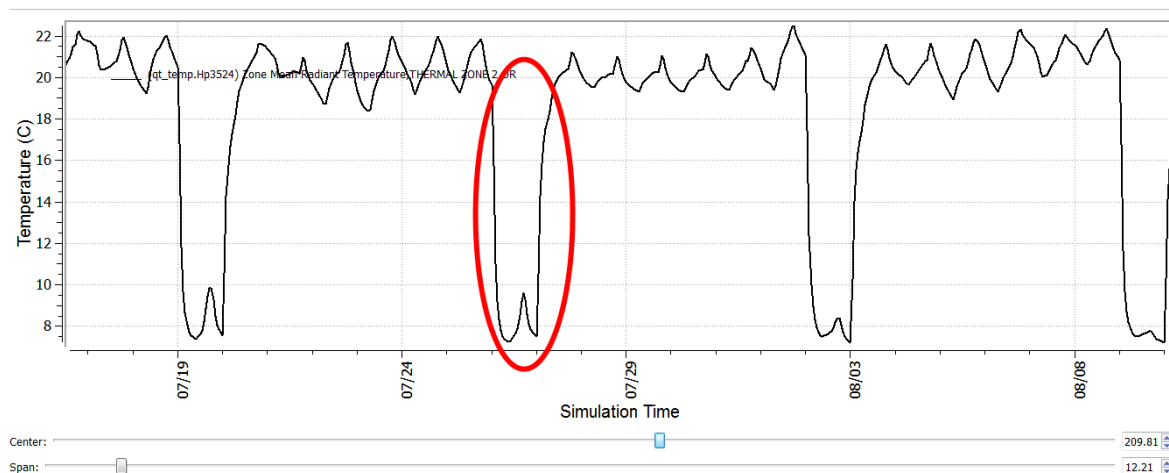


Figura 3.104: Variación de temperatura del quirófano

3.8.2. Corrida alternativa

La corrida alternativa, representa el funcionamiento energético del edificio de la cuarta sede de DASPU de una forma más eficiente respecto a la actual, es decir se intenta alcanzar una mejora del uso de la energía sin provocar una disminución de la utilización de los servicios o del confort de los ocupantes, teniendo en cuenta los espacios tipo, zonas termales y los sistemas de agua instalados en la corrida base.

El principal defecto encontrado en el funcionamiento actual se debe a que un solo equipo rooftop sirve a zonas que se encuentran ocupadas en distintos horarios lo cual implica que al acondicionar una zona ocupada también se están acondicionando otras en donde no se está brindando atención médica en ese mismo periodo de tiempo.

Se intentará simular un sistema de climatización que tenga en cuenta la distribución de zonas a servir por equipo según el horario en que se estén ocupando.

A los espacios no acondicionados, es decir, el comedor y la caja de circulación vertical exclusiva para pacientes en planta alta y el depósito de desechos tóxicos en planta baja se les asignaron las cargas ideales que genera el clima de la ciudad de Córdoba, al igual que en la corrida base para que los resultados puedan ser comparables entre sí mismos.

Sistemas de climatización.

Los sistemas de climatización alternativos para el edificio de DASPU funcionan por medio de ciclos todo aire. La nueva alternativa energética del edificio de DASPU se encuentra equipado con 3 equipos rooftop frio calor por bomba de calor principalmente para espacios comunes en planta alta y planta baja, 3 equipos separados frio calor por bomba de calor para las distintas áreas de atención medica y 8 equipos Split frio calor por bomba de calor para las habitaciones.

La idea básica de la alternativa es permitir un funcionamiento más flexible del sistema de climatización, asignando a los equipos rooftop aquellas zonas que deben ser climatizados durante todo el período de atención de DASPU, éstas zonas abarcan, el quirófano (se climatiza 24 hs. según normativa), los dos corredores de planta baja y planta alta, los locales donde se realizan tareas administrativas, los baños públicos, a los equipos separados aquellas zonas donde funcionan los consultorios con las distintas especialidades, que tienen horarios fijos semanales según el área médica al cual pertenecen y los equipos Split para las habitaciones que solo se ocupan eventualmente según las complicaciones de los pacientes operados, o el horario de guardia de los médicos.

El criterio para elegir las capacidades de los nuevos equipos está basado en la capacidad total de los equipos actuales y el área total servida, si la suma de las nuevas capacidades es igual a la capacidad total instalada, se garantiza el mismo nivel de servicio y por lo tanto el mismo confort en los ocupantes.

Se hará una excepción en el quirófano, espacio que debido a la complejidad y a los riesgos asociados con las intervenciones quirúrgicas y actuaciones de anestesia y de reanimación se mantendrá la capacidad actual del equipo que es exigida por normativa que es superior a la que es necesaria por las cargas existentes dentro del espacio.

Los datos obtenidos de manuales se obtuvieron de la misma manera que los equipos de la corrida base.

Para equipos de la corrida alternativa, que también poseen compresores tipo scroll, se decidió realizar un cálculo aproximado por Kw consumido y Kw entregado o extraído. Considerando la operación de refrigeración, se obtuvo lo siguiente.

$$COP_{FARMACIA} = 2.90$$

$$COP_{QUIROFANO} = 2.90$$

$$COP_{PA} = 3.30$$

$$COP_{HABITACIONES} = 3.00$$

$$COP_{PBOESTE} = 2.90$$

$$COP_{PBESTE} = 2.80$$

$$COP_{PB} = 3.10$$

Considerando la operación de calefacción, se procede de igual forma.

Un resumen de las especificaciones técnicas de los equipos instalados en esta nueva alternativa se puede observar en la siguiente tabla.

EQUIPOS ALTERNATIVOS		FARMACIA	QUIROFANO	PA	Habitaciones	PB Oeste	PB Este	PB
Zona		Daikin RYLU	Daikin M4RT 080 AR	Daikin M4RT 200 AR	Electra	Daikin RYLU	Daikin RYLU	Daikin M4RT 150 AR
observacion		Belt drive Cond (2)		Belt drive Cond (2)	Compresor rotativo	Belt drive Cond (2)	Belt drive Cond (2)	Belt drive Cond (2)
Voltage		380-415 volt	380-415 volt	380-415 volt	220 volt	380-415 volt	380-415 volt	380-415 volt
Sistema	DX Coil Heat pump	Splitted	Rooftop	Rooftop	Packaged Split	Splitted	Splitted	Splitted
Retorno		aire por conducto	aire por conducto	aire por conducto		aire por conducto	aire por conducto	aire por conducto
Termostato setpoint °F - (°C)	frio/calor oc.	7766 - (25/18.89)	7667 - (24.4/19.4)	7766 - (25/18.89)	7766 - (25/18.89)	7766 - (25/18.89)	7766 - (25/18.89)	7766 - (25/18.89)
	frio/calor desoc.	7964 - (26.1/17.78)	7667 - (24.4/19.4)	7964 - (26.1/17.78)	7964 - (26.1/17.78)	7964 - (26.1/17.78)	7964 - (26.1/17.78)	7964 - (26.1/17.78)
Temperatura de diseño °F (°C)	frio/calor interior	75 / 70 - (23.9 / 21.1)	75 / 68 - (23.9 / 20.0)	75 / 70 - (23.9 / 21.1)	75 / 70 - (23.9 / 21.1)	75 / 70 - (23.9 / 21.1)	75 / 70 - (23.9 / 21.1)	75 / 70 - (23.9 / 21.1)
	frio/calor suministro	50/95 (23/34)	48/100(8.89/37.78)	50/95 (23/34)	50/95 (23/34)	50/95 (23/34)	50/95 (23/34)	50/95 (23/34)
Refrigeracion	capacidad (ton)/(Kw)	6 / 22.2	6 / 21.1	16 / 55.6	0.8 / 2.64	6.2 / 22.2	7.8 / 27	12 / 43.6
	Tipo de Condensador	Refrigerado por aire				Refrigerado por aire	Refrigerado por aire	Refrigerado por aire
	eficiencia EER	1.15	2.4	2.63	10.27	1.15	1.4	2.75
	COP	2.9	2.9	3.3	3.0	2.9	2.8	3.1
Calefaccion	Capacidad (MBH=KBTUh)/(Kw)	77.5 / 22.7	77 / 22.6	230 / 67.4	9 / 2.64	79.1 / 23.2	100 / 29.5	160 / 46.9
	Eficiencia AFUE	80	80	80	80	80	80	80
	COP	3.5	2.9	3.3	3.4	3.5	3.1	3.1
Caudal ventilador (cfm)/(l/seg)	1900 / 900	2826 / 1334	6710 / 3167	283 / 130	2380 / 1134	2905 / 1384	5651 / 2667	
Funcionam. Nocturno (Fan)	no	si	no	no	no	no	no	

Figura 3.105: Información sobre equipos alternativos en DASPU

En una primera instancia ya se pueden realizar comparaciones entre la base y la alternativa, por ejemplo en el COP promedio de los modelos, el modelo base posee un valor de 2.30 y el COP del modelo alternativo un valor de 3.30. Por otro lado, desde el punto de vista económico, por medio de información del mercado nacional, la inversión inicial de cada modelo difiere a favor de la alternativa. Las zonas que sirve cada equipo se encuentran distribuidas según se observa a continuación:

El equipo separado denominado Farmacia sirve a la farmacia de DASPU exclusivamente.

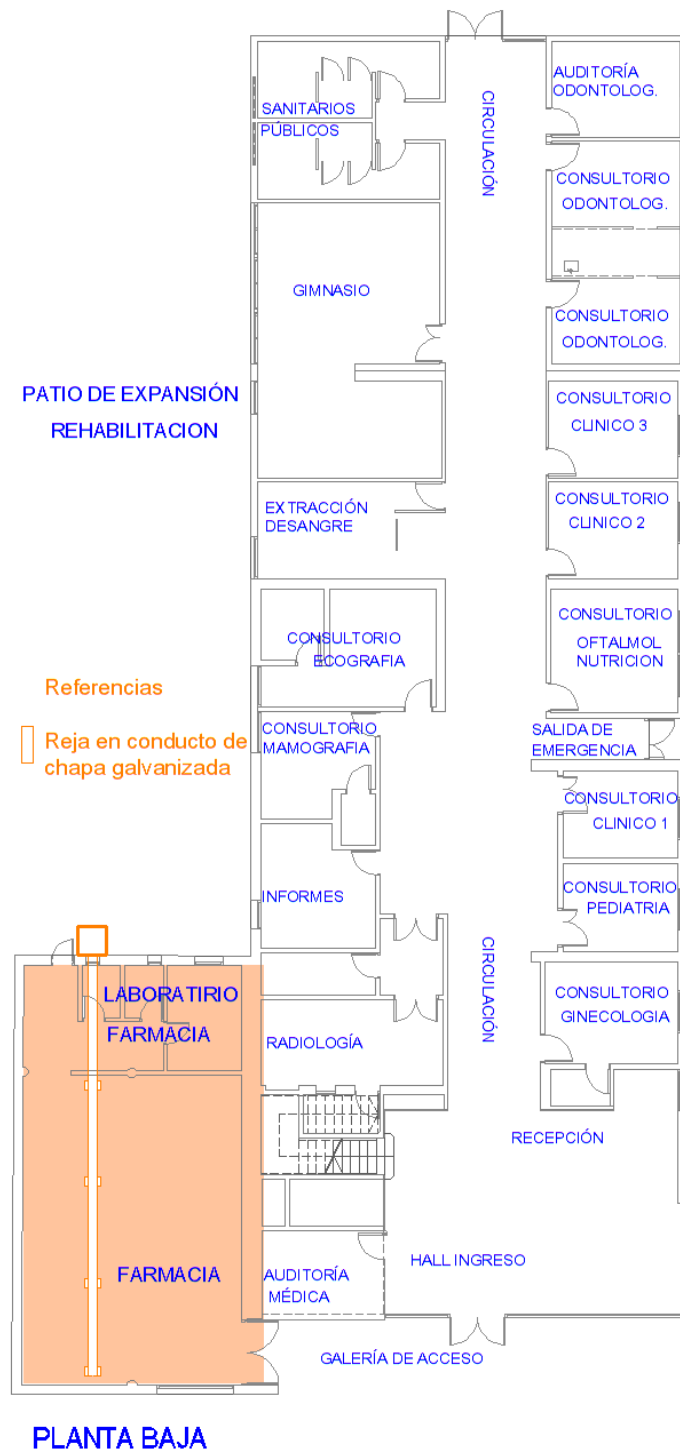


Figura 3.106: Locales servidos por equipo “Farmacia”

El equipo rooftop denominado Quirófano, sirve a los dos quirófanos del edificio, uno de los cuales cuenta con una sala de recuperación en la cual el paciente se recupera si es necesario luego de ser operado, al igual que en el modelo base.

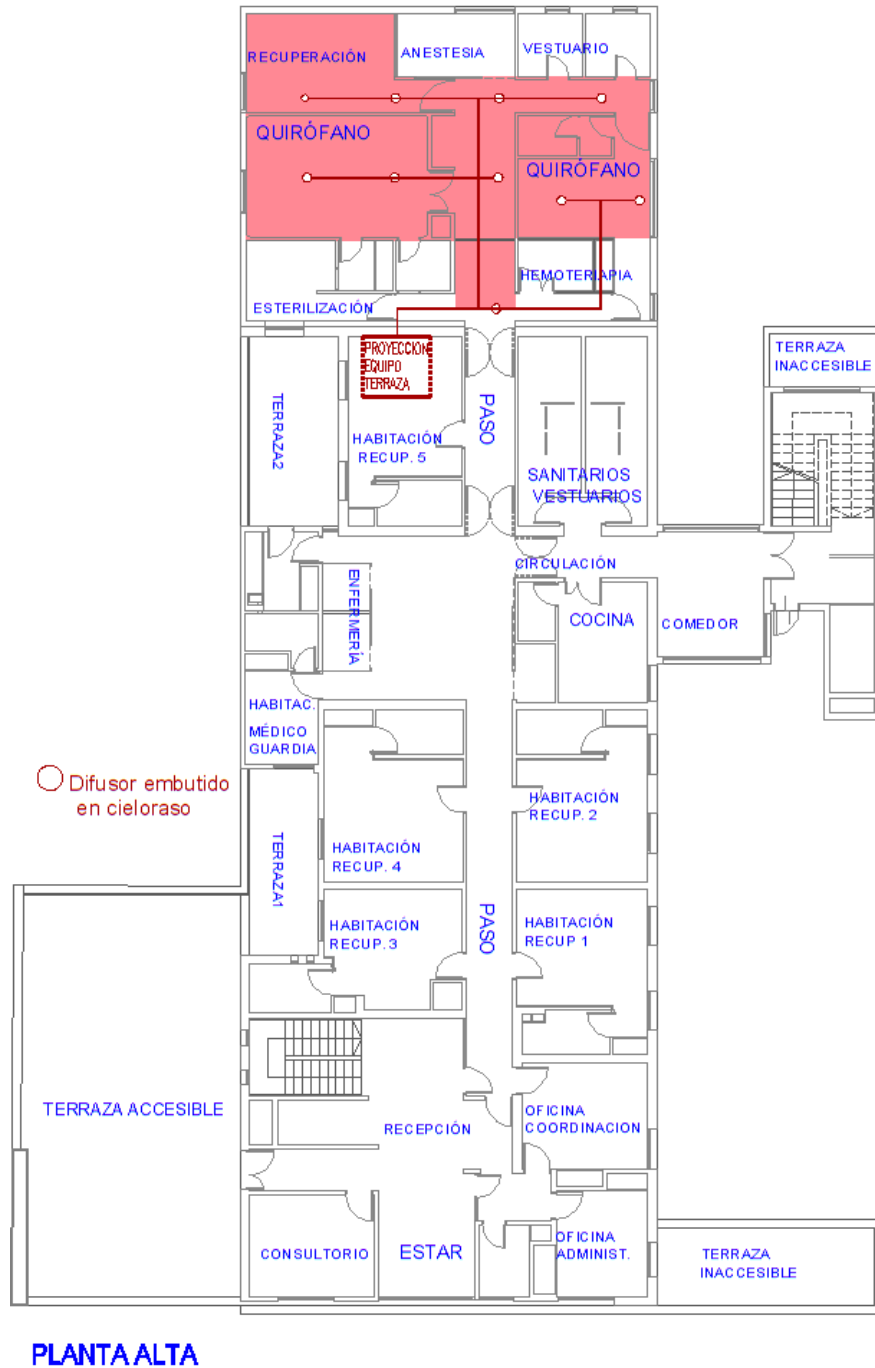


Figura 3.107: Locales servidos por rooftop “Quirófano”

El equipo rooftop denominado PA, sirve a los espacios que se corresponden con las oficinas administrativas, el corredor, la cocina, y los espacios adyacentes a los quirófanos.

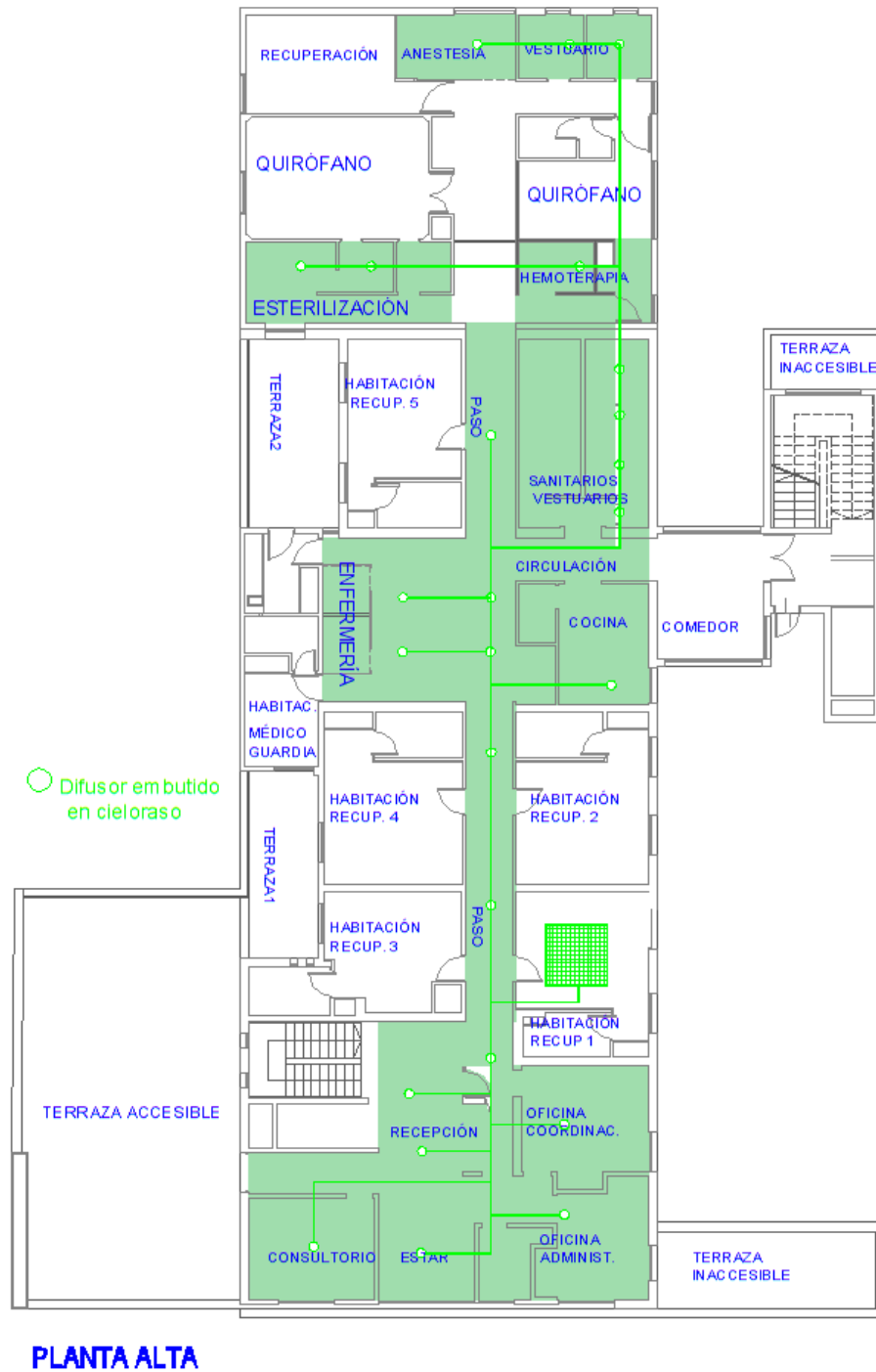


Figura 3.108: Locales servidos por rooftop “PA”

Los equipos Split denominados Habitaciones, sirven a las habitaciones ubicadas en planta alta.



PLANTA ALTA

Figura 3.109: Locales servidos por split “Habitaciones”

El equipo separado denominado PB Oeste, sirve a los espacios que se corresponden con los consultorios ubicados en el ala oeste de la planta baja.

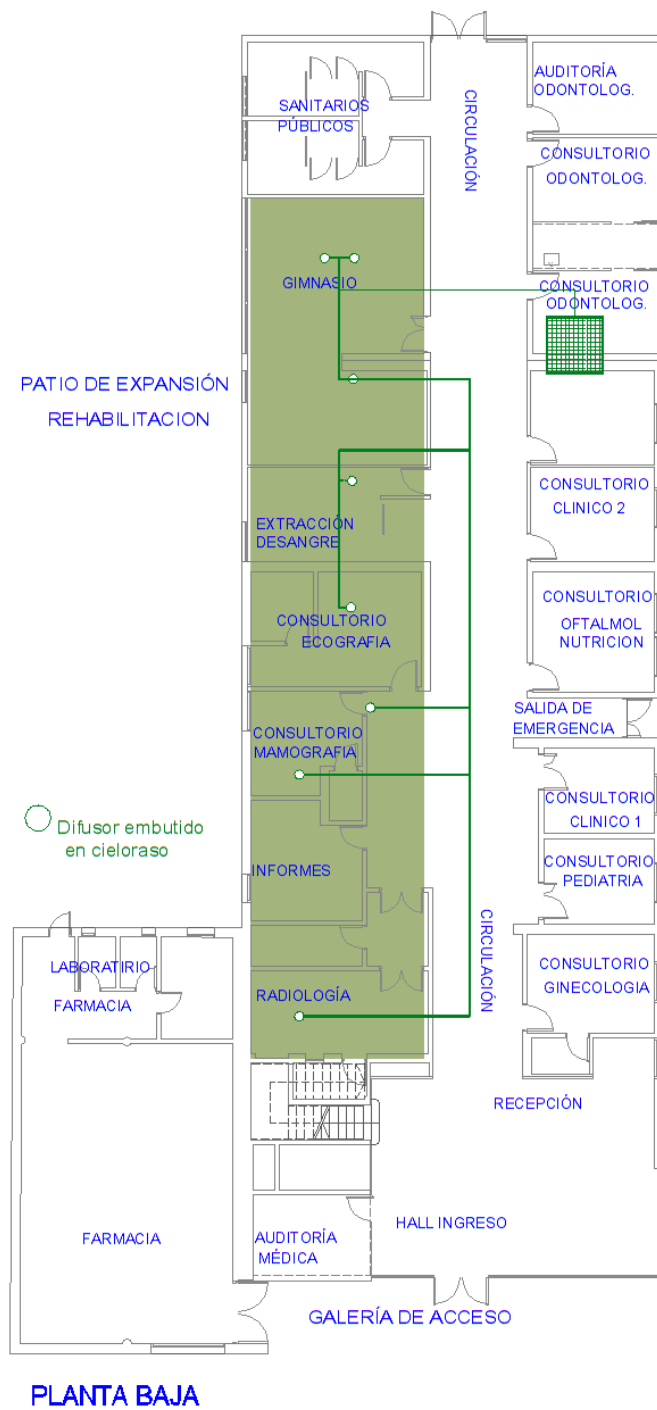


Figura 3.110: Locales servidos por equipo “PB Oeste”

El equipo separado denominado PB Este, sirve a los espacios que se corresponden con las los consultorios ubicados en el ala este de la planta baja.

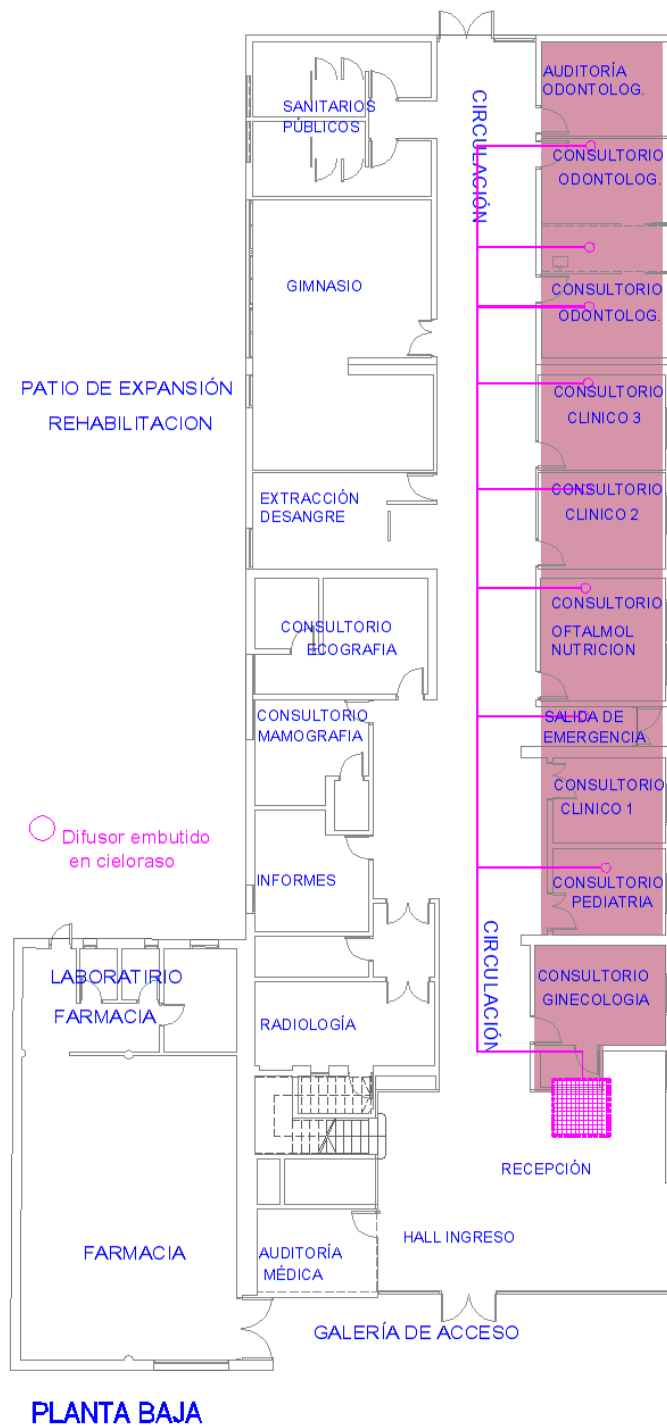


Figura 3.111: Locales servidos por rooftop “PB Este”

El equipo rooftop denominado PB, sirve a los espacios que se corresponden con las oficinas y el corredor, ambos ubicados en planta baja.

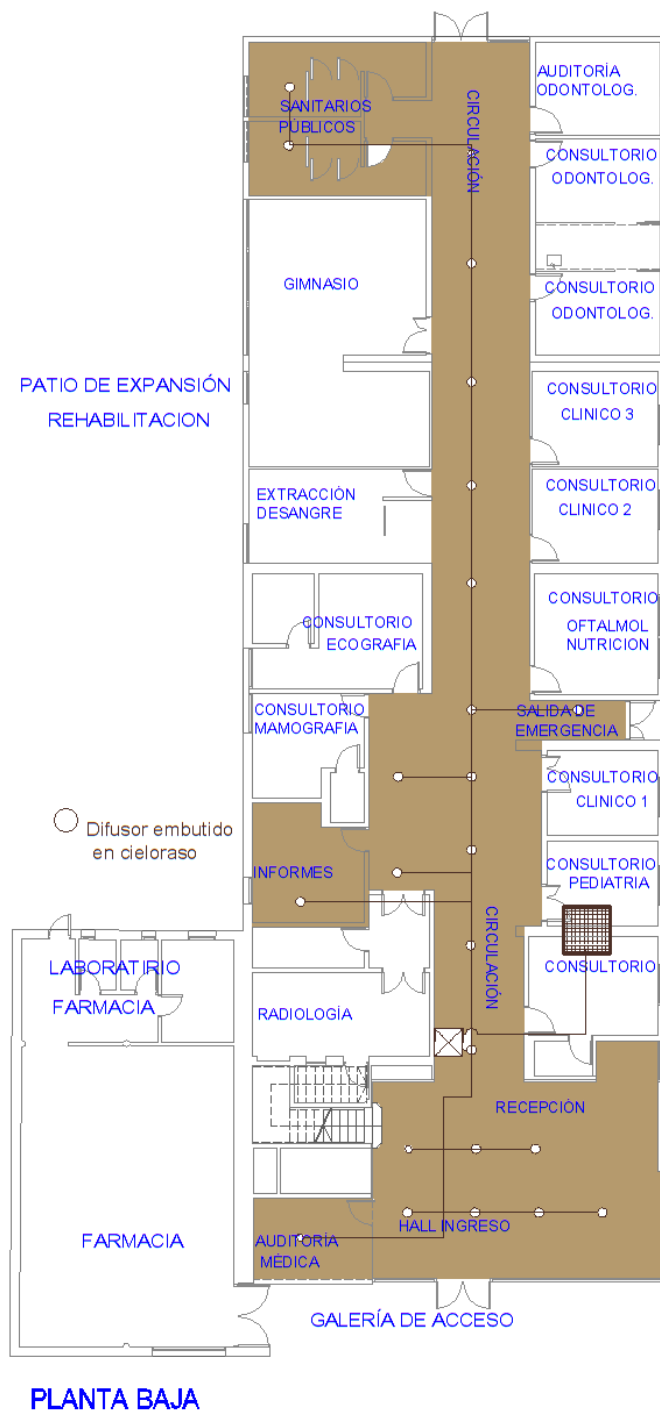
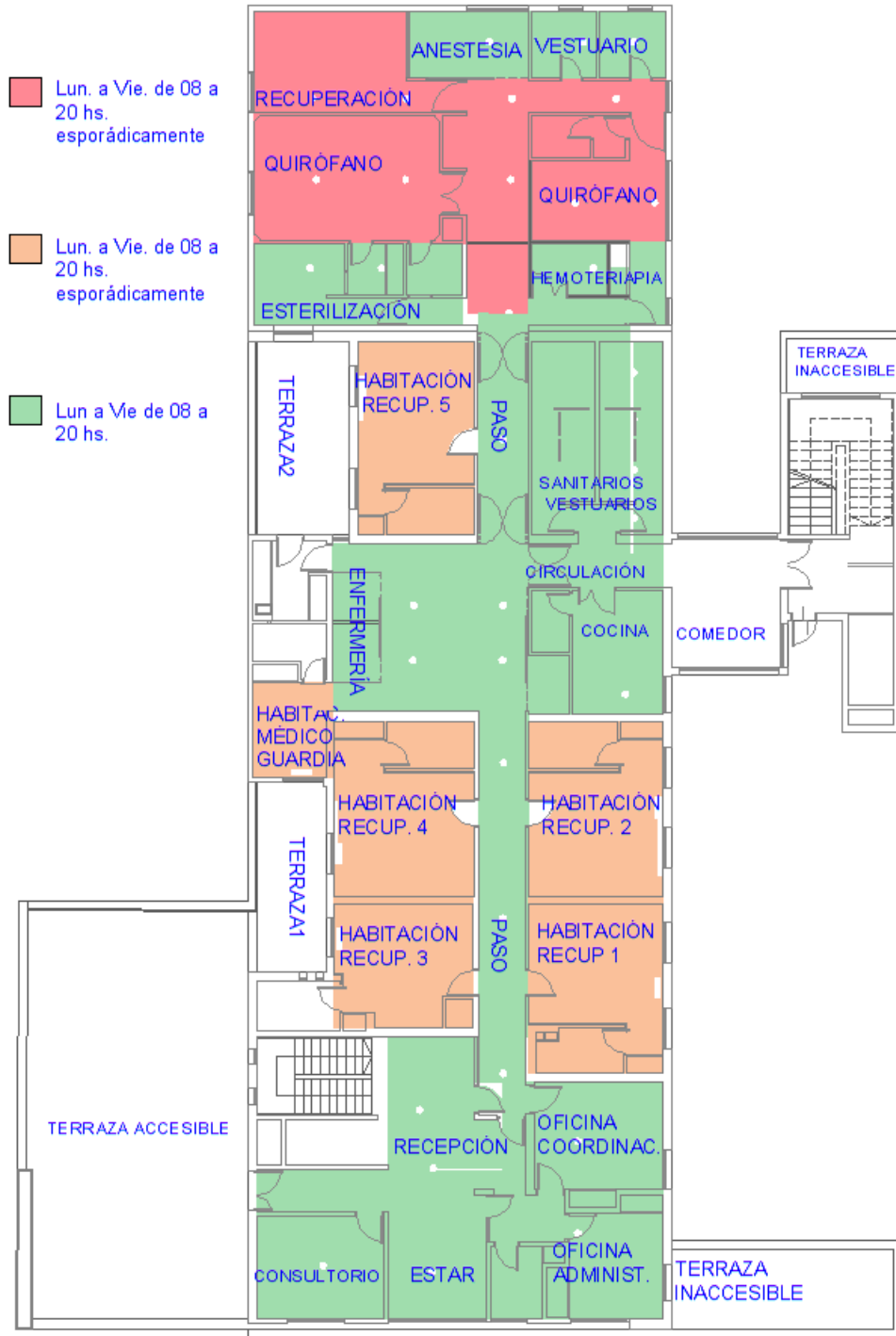


Figura 3.112: Locales servidos por rooftop “PB”



PLANTA ALTA

Figura 3.112 .a: Locales servidos en planta alta

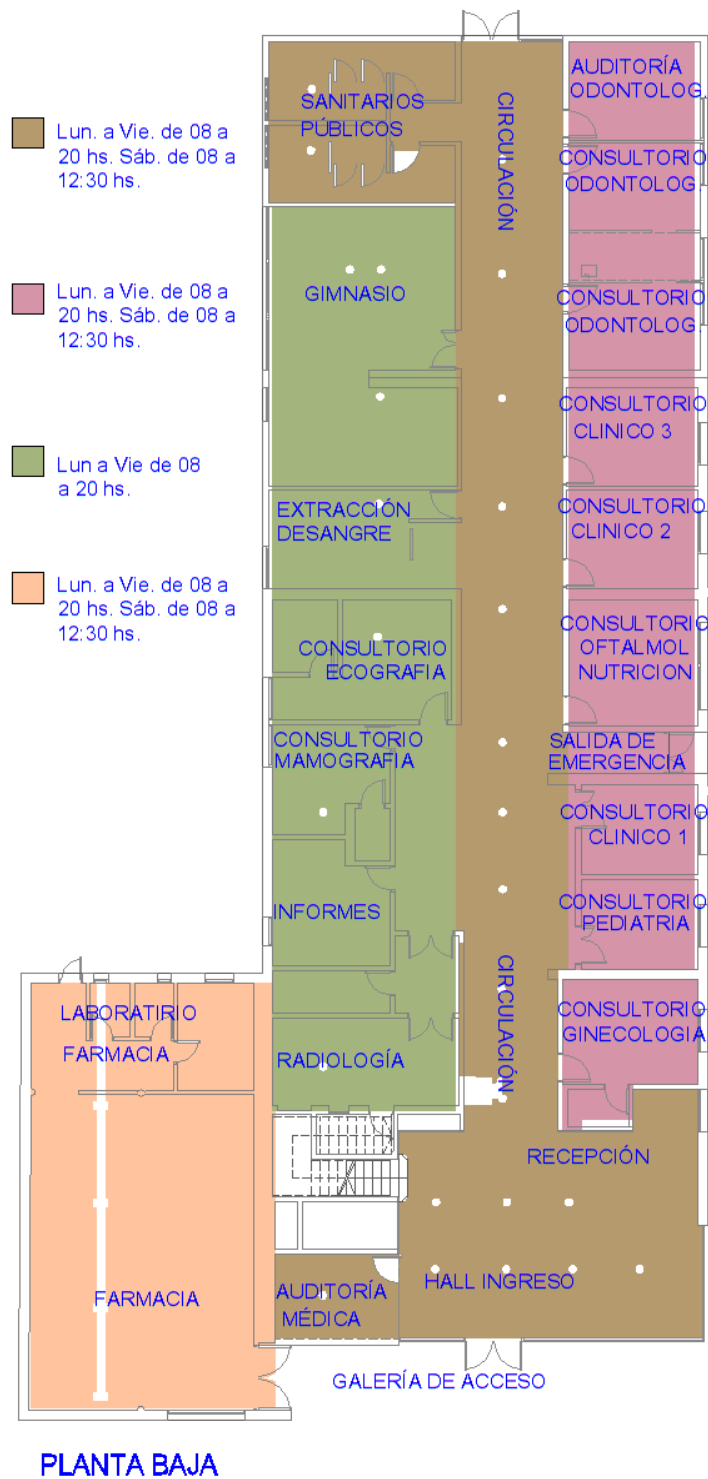


Figura 3.112.b: Locales servidos en planta baja

En la opción sistemas de climatización (HVAC System) de Open Studio, se cargarán los equipos alternativos, a continuación pueden observarse:

Equipo Farmacia

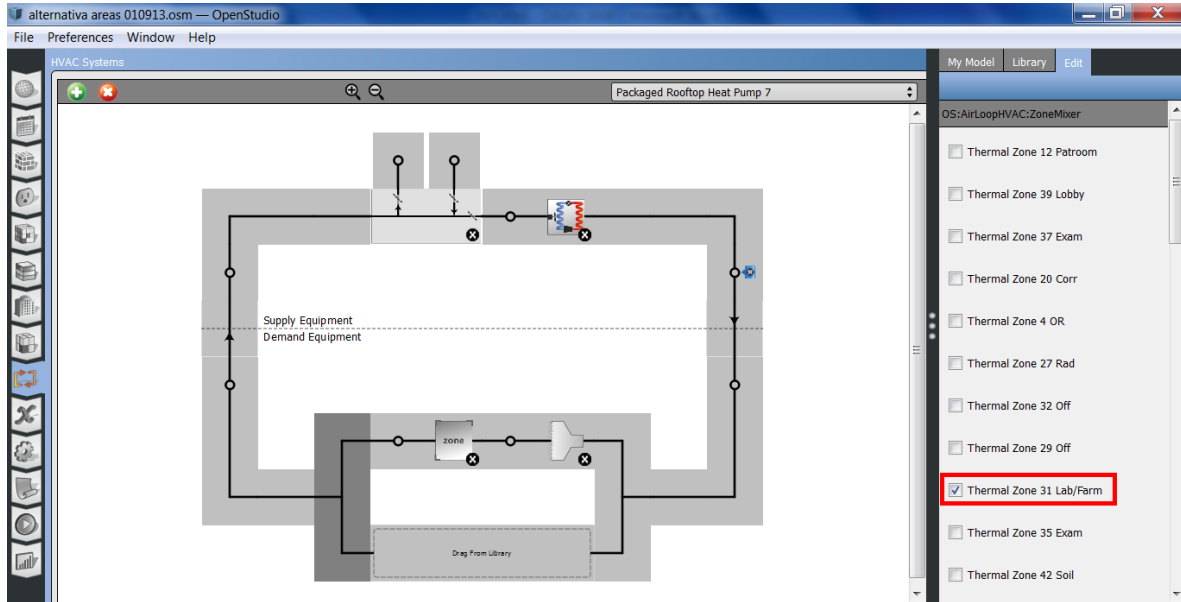


Figura 3.113: Locales servidos por el equipo “Farmacia”

Ciclo de aire por bomba de calor

OS:AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir

Name
Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 8 Farmacia

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Supply Air Flow Rate During Cooling Operation
 Hard Sized 0.45 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate During Heating Operation
 Hard Sized 0.9 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Controlling Zone or Thermostat Location
Thermal Zone 31 Lab/Farm

Figura 3.114: Bomba de calor del equipo “Farmacia”

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 1
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 22200 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	2.9
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.115: Serpentín de refrigeración del equipo “Farmacia”

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed

Name
Coil Heating DX Single Speed 1

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Rated Total Heating Capacity
 Hard Sized 22700 W
 Autosized Autosize

Rated COP
3.5

Rated Air Flow Rate
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Figura 3.116: Serpentin de calefacción del equipo “Farmacia”

Equipo Quirófano

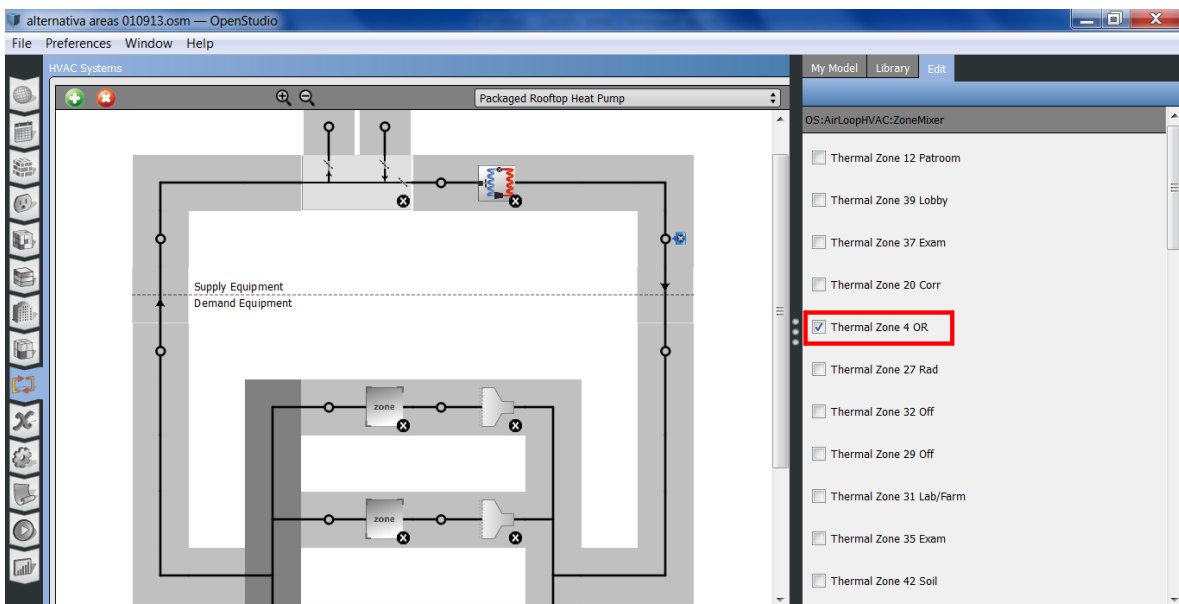


Figura 3.117: Locales servidos por el equipo “Quirófano”

Ciclo de aire por bomba de Calor

OS: AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir

Name
Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 1 Quirofano

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Supply Air Flow Rate During Cooling Operation
 Hard Sized 1.34 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate During Heating Operation
 Hard Sized 1.34 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Controlling Zone or Thermostat Location
Thermal Zone 1 Hosp OR

Figura 3.118: Bomba de calor del equipo “Quirófano”

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 2
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 21100 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	2.9
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	780 Pa

Figura 3.119: Serpentin de refrigeración del equipo “Quirófano”

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Heating DX Single Speed 2
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Rated Total Heating Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 22600 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	2.9
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Total Heating Capacity Function of Temperature Curve Name	Curve Cubic 4

Figura 3.120: Serpentin de calefaccion del equipo "Quirófano"

Equipo Planta Alta

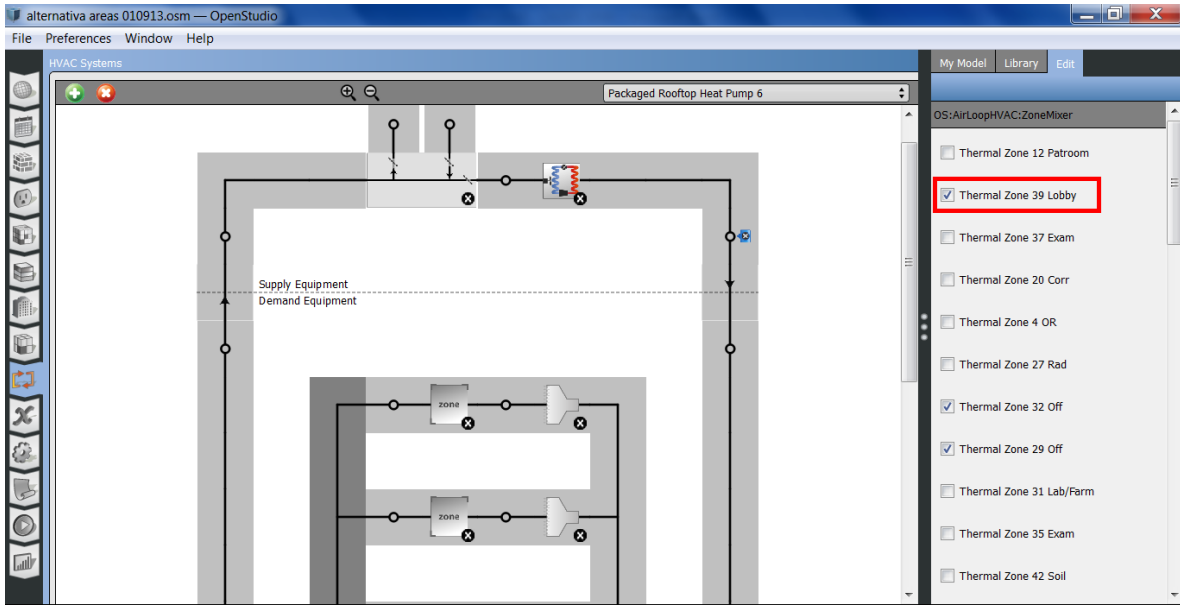


Figura 3.121: Locales servidos por el equipo "PA"

Bomba de calor

OS:AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir

Name
Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 7 PA

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Supply Air Flow Rate During Cooling Operation
 Hard Sized 3.2 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate During Heating Operation
 Hard Sized 3.2 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Controlling Zone or Thermostat Location
Thermal Zone 40 Corr PB

Figura 3.122: Bomba de calor del equipo "PA"

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 3
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 55600 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.3
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.123: Serpentín de refrigeración del equipo “PA”

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Heating DX Single Speed 3
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Rated Total Heating Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 67400 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.3
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize

Figura 3.124: Serpentin de refrigeración del equipo “PA”

Equipo Habitaciones

A continuación se observa el equipo Split bomba de calor de la habitación de recuperación

Ciclo de aire por bomba de calor

OS:ZoneHVAC:PackagedTerminalHeatPump

Name
OS:ZoneHVAC:PackagedTerminalHeatPump 6

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Outdoor Air Mixer Object Type
OutdoorAir:Mixer

Supply Air Flow Rate During Cooling Operation
 Hard Sized 0.15 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate During Heating Operation
 Hard Sized 0.15 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Figura 3.125: Bomba de calor del equipo “Habitaciones”

Ventilador de unidad interior

OS:Fan:ConstantVolume	
Name	OS:Fan:ConstantVolume 8
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Fan Efficiency	0.7
Pressure Rise	250.0 Pa
Maximum Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Motor Efficiency	0.9

Figura 3.126: Ventilador de la evaporadora del equipo "Habitaciones"

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed

Name
OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed 7

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Rated Total Heating Capacity
 Hard Sized 2640 W
 Autosized Autosize

Rated COP
3.41

Rated Air Flow Rate
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Figura 3.127: Serpentin de calefacci3n del equipo “Habitaciones”

Serpentin de refrigeraci3n

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed

Name
OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed 8

Rated Total Cooling Capacity
 Hard Sized 2640 W
 Autosized Autosize

Rated Sensible Heat Ratio
 Hard Sized
 Autosized Autosize

Rated COP
3

Rated Air Flow Rate
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate
773.2999999999995 Pa

Figura 3.128: Serpentin de refrigeración del equipo “Habitaciones”

Equipo Planta Baja Este

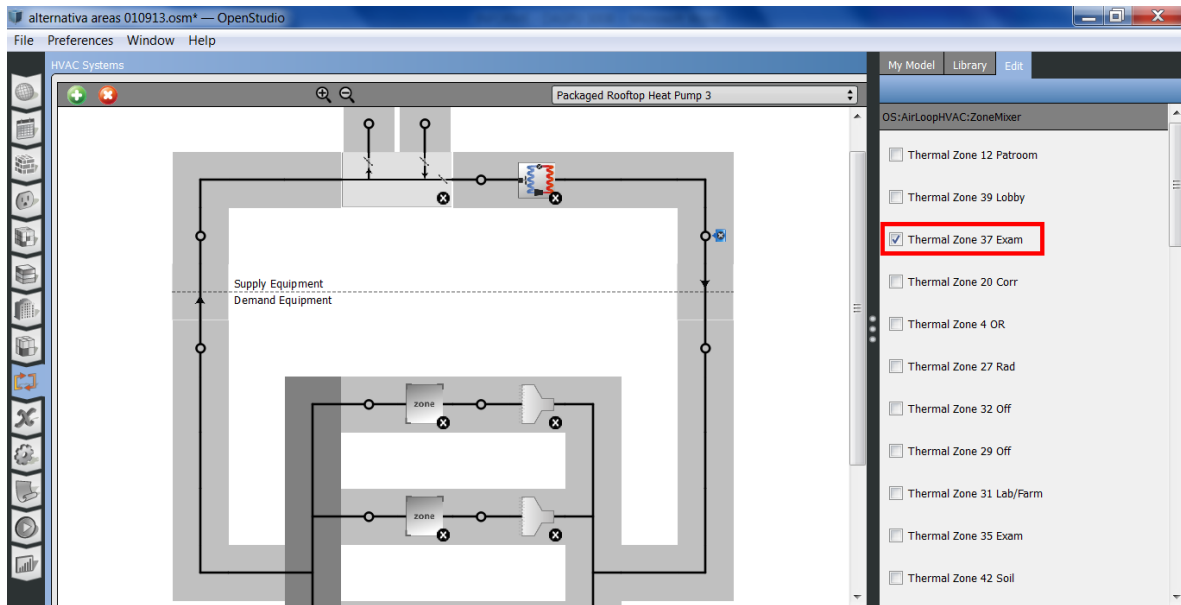


Figura 3.129: Locales servidos por el equipo “PB Este”

Ciclo de aire por bomba de calor

OS:AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir	
Name	Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 5 PB ESTE
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Supply Air Flow Rate During Cooling Operation	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 1.4 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Supply Air Flow Rate During Heating Operation	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 1.4 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Controlling Zone or Thermostat Location	Thermal Zone 37 Exam

Figura 3.130: Bomba de calor del equipo “PB Este”

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 5
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 27000 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.131: Serpentin de refrigeración del equipo “PB Este”

Serpentin de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Heating DX Single Speed 5
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Rated Total Heating Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 29500 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.1
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize

Figura 3.132: Serpentín de calefacción del equipo “PB Este”

Equipo Planta Baja Oeste

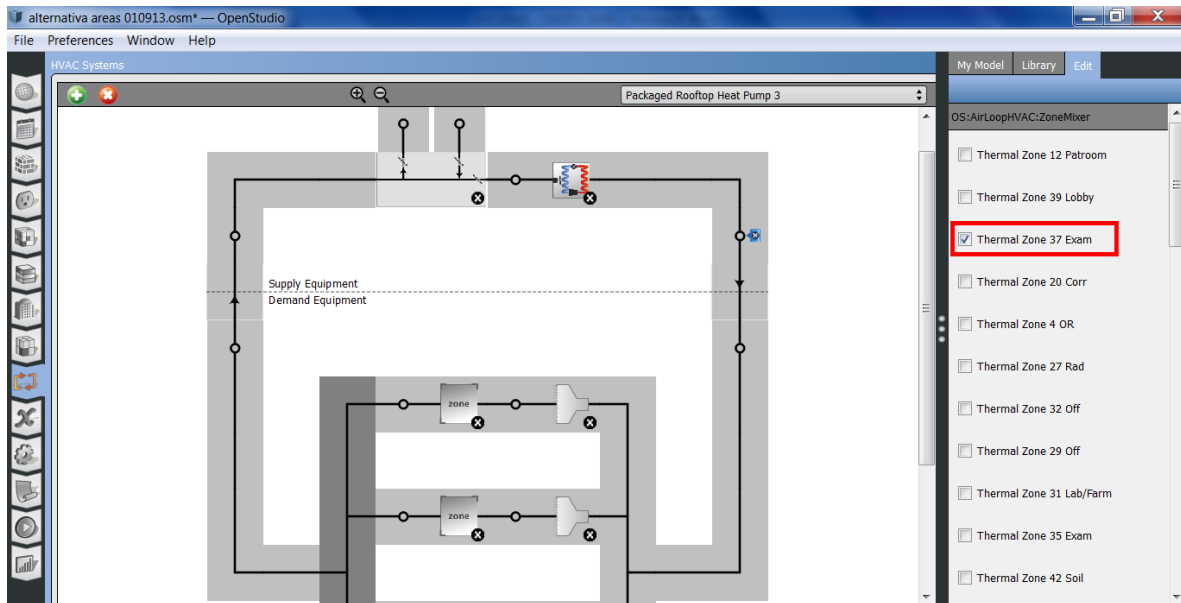


Figura 3.133: Locales servidos por el equipo “PB Oeste”

Ciclo de aire por bomba de calor

OS:AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir	
Name	Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 4 PB OESTE
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Supply Air Flow Rate During Cooling Operation	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 1.13 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Supply Air Flow Rate During Heating Operation	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 1.13 m ³ /s <input type="radio"/> Autosized Autosize
Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Controlling Zone or Thermostat Location	Thermal Zone 25 Phys

Figura 3.134: Bomba de calor del equipo “PB Oeste”

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 4
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 22200 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.135: Serpentín de refrigeración del equipo “PB Oeste”

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Heating DX Single Speed 4
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Rated Total Heating Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 23200 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.5
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize

Figura 3.136: Serpentin de calefacci3n del equipo "PB Oeste"

Equipo PB

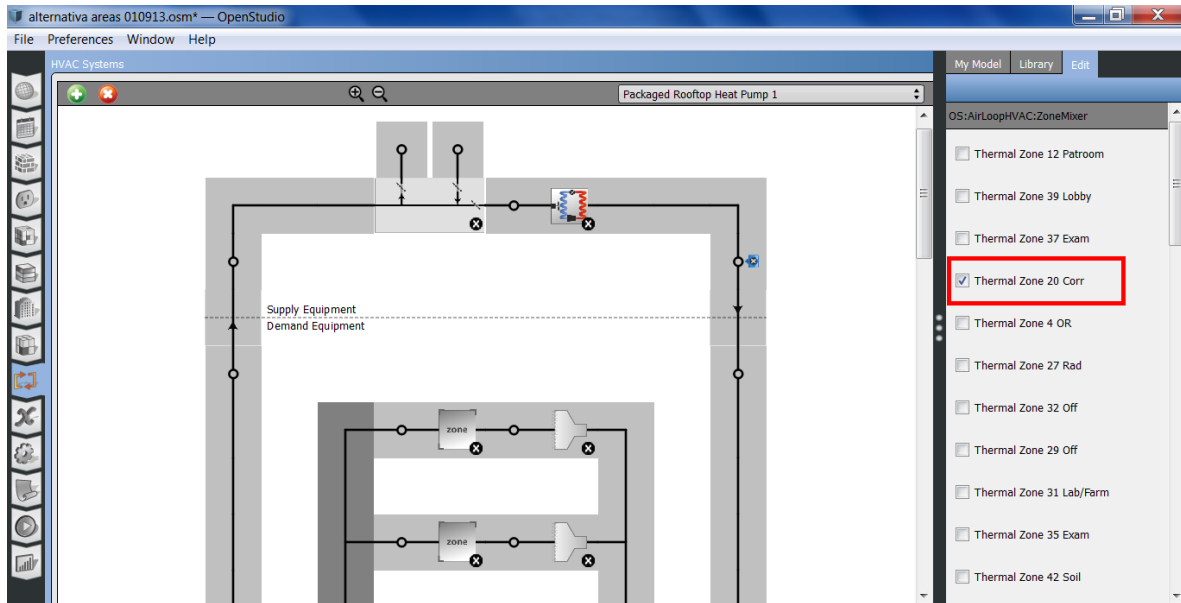


Figura 3.137: Locales servidos por el equipo “PB”

Ciclo de aire de la bomba de calor

OS:AirLoopHVAC:UnitaryHeatPump:AirToAir

Name
Air Loop HVAC Unitary Heat Pump Air To Air 2 PB

Availability Schedule Name
Always On Discrete

Supply Air Flow Rate During Cooling Operation
 Hard Sized 2.7 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate During Heating Operation
 Hard Sized 2.7 m³/s
 Autosized Autosize

Supply Air Flow Rate When No Cooling or Heating is Needed
 Hard Sized m³/s
 Autosized Autosize

Controlling Zone or Thermostat Location
Thermal Zone 20 Corr

Figura 3.138: Bomba de calor del equipo "PB"

Serpentín de refrigeración

OS:Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Cooling DX Single Speed 6
Rated Total Cooling Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 43600 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Sensible Heat Ratio	<input type="radio"/> Hard Sized <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.1
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Rated Evaporator Fan Power Per Volume Flow Rate	773.3 Pa

Figura 3.139: Serpentín de refrigeración del equipo "PB"

Serpentín de calefacción

OS:Coil:Heating:DX:SingleSpeed	
Name	Coil Heating DX Single Speed 6
Availability Schedule Name	Always On Discrete
Rated Total Heating Capacity	<input checked="" type="radio"/> Hard Sized 46900 W <input type="radio"/> Autosized Autosize
Rated COP	3.1
Rated Air Flow Rate	<input type="radio"/> Hard Sized <input type="text"/> m ³ /s <input checked="" type="radio"/> Autosized Autosize
Total Heating Capacity Function of Temperature Curve Name	Curve Cubic 16

Figura 3.140: Serpentin de calefacci3n del equipo "PB"

Los resultados arrojados por Open Studio para la simulación alternativa se presentan a continuación:

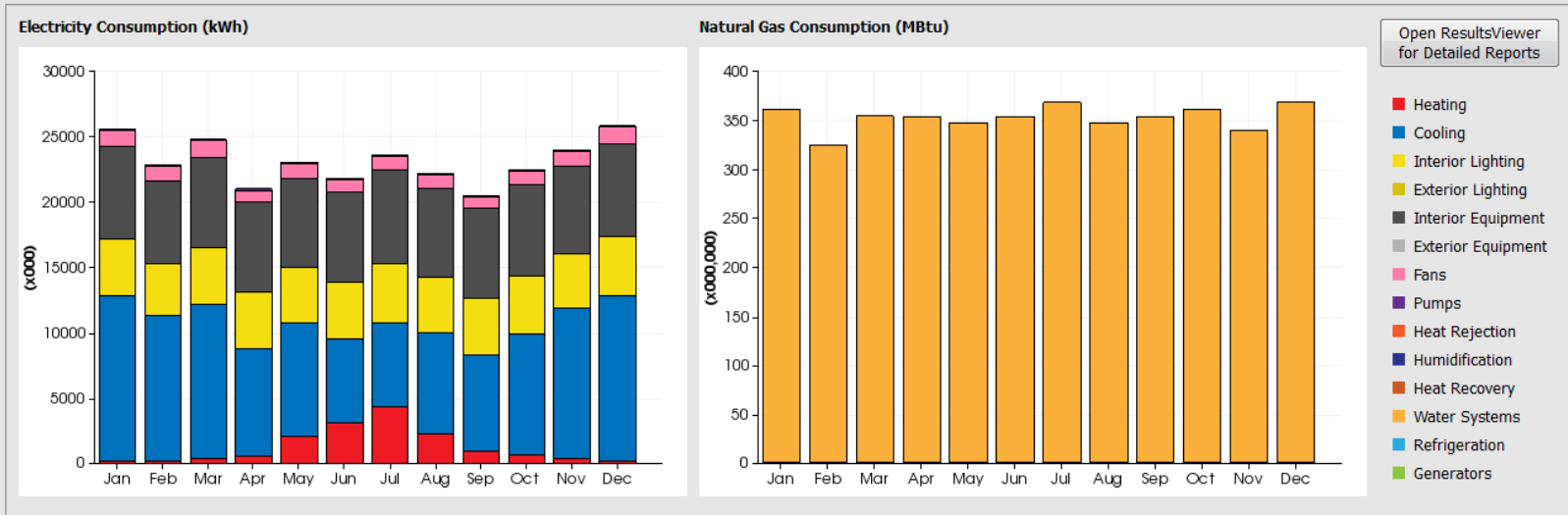


Figura 3.141: Gráfico de consumo de electricidad y gas natural

Electricity Consumption (kWh x000)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	183.9	191.8	347.1	578.8	2022	3109	4340	2240	949.7	634.3	321.1	204.2	1.512e+04
Cooling	1.26e+04	1.112e+04	1.182e+04	8174	8759	6441	6435	7772	7336	9278	1.158e+04	1.259e+04	1.139e+05
Interior Lighting	4378	3957	4338	4330	4200	4330	4516	4200	4330	4378	4152	4516	5.163e+04
Exterior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Equipment	7065	6340	6927	6886	6833	6886	7158	6833	6886	7065	6654	7158	8.269e+04
Exterior Equipment	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fans	1241	1119	1236	917.7	1121	953	1017	1045	863.1	1010	1203	1244	1.297e+04
Pumps	106.3	95.5	104.3	104.1	102.3	104.1	108.3	102.3	104.1	106.3	99.98	108.3	1246
Heat Rejection	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidification	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Recovery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Water Systems	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Refrigeration	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generators	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	2.557e+04	2.282e+04	2.478e+04	2.099e+04	2.304e+04	2.182e+04	2.358e+04	2.219e+04	2.047e+04	2.247e+04	2.401e+04	2.583e+04	2.776e+05

Natural Gas Consumption (MBtu x000,000)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Heating	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cooling	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Exterior Lighting	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Interior Equipment	1.374	1.249	1.374	1.374	1.312	1.374	1.437	1.312	1.374	1.374	1.312	1.437	16.3
Exterior Equipment	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pumps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Rejection	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Humidification	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heat Recovery	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Water Systems	360.1	323.3	352.9	352.2	346.3	352.2	366.7	346.3	352.2	360.1	338.5	366.7	4218
Refrigeration	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Generators	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	361.5	324.6	354.3	353.6	347.6	353.6	368.1	347.6	353.6	361.5	339.8	368.1	4234

Figura 3.142: Tabla de consumo de electricidad y gas natural

Reporte: Verificación de entradas. (**Input Verification and Results Summary**)

	Valor
Versión del programa Fecha de simulación	EnergyPlus-Windows-OMP-32 7.2.0.006, YMD=2013.09.14 09:14
Período de la corrida	RUN PERIOD 1
Archivo climático	CORDOBA-AERO - ARG IWEC2 WMO#=873440
Latitud [deg]	-31.3
Longitud [deg]	-64.2
Elevación [m]	474.00
Zona horaria	-3.0
Orientación [deg]	0.00
Horas simuladas [hrs]	8760.00

Reporte: **Resumen anual del desempeño de los servicios del edificio (Annual Building Utility Performance Summary)**

Para: **Todas las instalaciones**

Energía de la fuente y del sitio (Site and Source Energy)

	Energía Total [GJ]	Energía para toda el área construida [MJ/m ²]	Energía para toda el área construida condicionada [MJ/m ²]
Energía total	5466.32	4322.70	4751.16
Energía de sitio neta	5466.32	4322.70	4751.16
Energía total de la fuente	8006.88	6331.73	6959.33
Energía de la fuente neta	8006.88	6331.73	6959.33

Area construída (Building Area)

	Área [m2]
Área total construida	1264.56
Área construida condicionada	1150.52
Área construida no condicionada	114.04

Usos finales de energía (End Uses)

	Electricidad [GJ]	Gas Natural [GJ]	Agua [m3]
Calefacción	54.44	0.00	0.00
Refrigeración	410.07	0.00	0.00
Luces interiores	185.86	0.00	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	297.69	17.20	0.00
Equipamiento Exterior	0.00	0.00	0.00
Ventilación	46.69	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	4.48	0.00	0.00
Sistemas de agua	0.00	4449.89	19174.12
Uso final Total	999.22	4467.10	19174.12

Usos finales por subcategoría (End Uses By Subcategory)

	Subcategoría	Electricidad [GJ]	Gas Natural [GJ]	Agua [m3]
Calefacción	General	54.44	0.00	0.00
Refrigeración	General	410.07	0.00	0.00
Luces interiores	General	69.93	0.00	0.00
	Luces	115.93	0.00	0.00
Luces exteriores	General	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	Equipamiento Eléctrico	246.66	0.00	0.00
	General	51.02	0.00	0.00
	Equipamiento a Gas	0.00	17.20	0.00
Equipamiento Exterior	General	0.00	0.00	0.00
Ventilación	General	46.69	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	General	4.48	0.00	0.00
Sistemas de agua	Calentador de agua	0.00	4449.89	0.00
	General	0.00	0.00	19174.12

Utility Use Per Total Floor Area

	Intensidad Eléctrica [MJ/m ²]	Intensidad Gas Natural [MJ/m ²]	Intensidad del consumo de agua [m ³ /m ²]
Iluminación	146.97	0.00	0.00
HVAC	407.80	3518.92	15.16
Otros	235.41	13.60	0.00
Total	790.17	3532.52	15.16

PERFORMANCE

Resumen de las zonas (Zone Summary)

Zonas termales	Area [m2]	Condicionada (Yes/No)	Parte del área total construida (Yes/No)	Volumen [m3]	Multiplicadores	Area de muros [m2]	Área vidriada [m2]	Iluminación [W/m2]	Personas [m2 por persona]	Cargas y procesos [W/m2]
THERMAL ZONE 31 LAB/FARM	102.05	Yes	Yes	279.94	1.00	96.95	10.34	15.0000	10.20	34.6598
THERMAL ZONE 38 EXAM	22.97	Yes	Yes	63.02	1.00	13.73	5.49	15.0000	4.59	8.6111
THERMAL ZONE 27 RAD	24.50	Yes	Yes	67.21	1.00	11.03	4.41	8.0000	4.08	38.6424
THERMAL ZONE 24 EXAM	48.20	Yes	Yes	132.22	1.00	41.40	16.56	15.0000	9.64	8.6111
THERMAL ZONE 23 TOI	31.39	No	Yes	86.11	1.00	30.85	1.62	15.0000		3.1215
THERMAL ZONE 17 OFF	26.84	Yes	Yes	73.61	1.00	28.72	11.49	12.0000	8.95	7.8577
THERMAL ZONE 14 PATROOM	26.23	Yes	Yes	71.94	1.00	15.47	5.10	8.0000	6.56	15.7153
THERMAL ZONE 12	27.06	Yes	Yes	74.24	1.00	15.97	6.39	8.0000	6.77	15.7153

PATROOM										
THERMAL ZONE 15 PATROOM	30.49	Yes	Yes	83.63	1.00	29.76	7.31	8.0000	7.62	15.7153
THERMAL ZONE 13 PATROOM	30.22	Yes	Yes	82.90	1.00	17.06	6.82	8.0000	7.55	15.7153
THERMAL ZONE 11 PATROOM	23.57	Yes	Yes	64.67	1.00	28.67	4.85	8.0000	5.89	15.7153
THERMAL ZONE 8 PATROOM	34.21	Yes	Yes	93.86	1.00	19.31	7.72	8.0000	8.55	15.7153
THERMAL ZONE 7 DRESSROOM	32.74	Yes	Yes	89.80	1.00	19.31	7.72	10.0000	16.37	8.6111
THERMAL ZONE 4 OR	24.41	Yes	Yes	66.97	1.00	14.40	5.76	30.0000	3.49	31.4306
THERMAL ZONE 29 OFF	16.26	Yes	Yes	44.60	1.00	10.64	4.26	12.0000	5.42	7.8577
THERMAL ZONE 10 NURSE	16.16	Yes	Yes	44.34	1.00	0.00	0.00	15.0000	4.04	8.1806
THERMAL ZONE 28 RAD	15.42	Yes	Yes	42.30	1.00	10.09	4.04	8.0000	2.57	38.6424

THERMAL ZONE 20 CORR	99.80	Yes	Yes	273.78	1.00	26.09	3.82	15.0000	6.65	0.7535
THERMAL ZONE 40 CORR PB	157.17	Yes	Yes	431.14	1.00	37.24	21.53	15.0000	10.48	0.7535
THERMAL ZONE 32 OFF	11.73	Yes	Yes	32.18	1.00	22.99	7.58	12.0000	3.91	7.8577
THERMAL ZONE 39 LOBBY	30.09	Yes	Yes	82.54	1.00	30.57	20.40	15.0000	2.01	0.7535
THERMAL ZONE 2 OR	31.08	Yes	Yes	85.26	1.00	11.52	4.61	25.0000	4.44	31.4306
THERMAL ZONE 19 STAIR	18.52	Yes	Yes	107.25	1.00	99.72	1.03	10.0000		0.0000
THERMAL ZONE 30 RAD	27.12	Yes	Yes	74.40	1.00	12.12	0.00	8.0000	4.52	38.6424
THERMAL ZONE 25 PHYS	53.76	Yes	Yes	147.47	1.00	24.20	9.68	10.0000	3.58	11.7327
THERMAL ZONE 41 STAIR	43.27	No	Yes	250.60	1.00	172.23	32.94	10.0000		0.0000

THERMAL ZONE 18 EXAM	21.49	Yes	Yes	58.96	1.00	37.06	9.67	15.0000	4.30	8.6111
THERMAL ZONE 1 HOSP OR	25.54	Yes	Yes	70.07	1.00	29.77	3.79	25.0000	3.65	31.4306
THERMAL ZONE 33 EXAM	15.47	Yes	Yes	42.43	1.00	9.24	3.70	15.0000	3.09	8.6111
THERMAL ZONE 34 EXAM	14.46	Yes	Yes	39.66	1.00	8.64	3.46	15.0000	2.89	8.6111
THERMAL ZONE 26 LAB	18.59	Yes	Yes	51.00	1.00	8.37	3.35	15.0000	1.86	34.6598
THERMAL ZONE 6 LAB	12.32	Yes	Yes	33.80	1.00	7.27	2.91	15.0000	1.23	34.6598
THERMAL ZONE 16 OFF	17.58	Yes	Yes	48.22	1.00	10.37	4.15	12.0000	5.86	7.8577
THERMAL ZONE 9 KITCH	19.25	Yes	Yes	52.81	1.00	3.62	1.45	12.0000	4.81	358.8786
THERMAL ZONE 37 EXAM	11.82	Yes	Yes	32.43	1.00	8.01	3.20	15.0000	2.36	8.6111
THERMAL ZONE 22 DINN	9.84	No	Yes	27.00	1.00	17.31	3.83	12.0000	0.98	7.8577

THERMAL ZONE 21 CORR	4.92	No	Yes	13.50	1.00	13.44	3.83	15.0000	0.33	0.7535
THERMAL ZONE 35 EXAM	20.15	Yes	Yes	55.28	1.00	12.04	4.82	15.0000	4.03	8.6111
THERMAL ZONE 36 EXAM	12.47	Yes	Yes	34.22	1.00	8.45	3.38	15.0000	2.49	8.6111
THERMAL ZONE 42 SOIL	7.82	No	Yes	21.45	1.00	32.59	0.00	15.0000	2.61	15.7153
THERMAL ZONE 3 ANES	11.16	Yes	Yes	30.61	1.00	19.34	7.78	11.6875	5.58	11.0088
THERMAL ZONE 43 ELECT	16.79	No	Yes	46.07	1.00	44.99	0.00	15.0000		39.1806
THERMAL ZONE 5 PROCROOM	19.61	Yes	Yes	53.79	1.00	14.24	5.69	30.0000	3.27	23.5730
Total	1264.56			3657.29		1124.79	276.47	13.7916	5.04	19.1118

Reporte: **Resumen de la demanda de componentes de uso final (Demand End Use Components Summary)**

	Electricidad [W]	Gas Natural [W]	Agua [m3/s]
Pico de consumo	29-JUN-00:15	28-APR-07:15	01-JAN-18:45
Calefacción	125914.30	0.00	0.00
Refrigeración	0.00	0.00	0.00
Luces interiores	1744.03	0.00	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	5517.84	1155.06	0.00
Equipamiento Exterior	0.00	0.00	0.00
Ventilación	6321.51	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	62.78	0.00	0.00
Sistemas de agua	0.00	293680.04	0.00
Uso final Total	139560.47	294835.10	0.00

Usos finales por subcategoría (End Uses By Subcategory)

	Subcategoría	Electricidad [W]	Gas Natural [W]	Agua [m3/s]
Calefacción	General	125914.30	0.00	0.00
Refrigeración	General	0.00	0.00	0.00
Luces interiores	General	500.97	0.00	0.00
	Luces	1243.07	0.00	0.00
Luces exteriores	General	0.00	0.00	0.00
Equipamiento Interior	Equipamiento Eléctrico	4562.56	0.00	0.00
	General	955.28	0.00	0.00
	Equipamiento a Gas	0.00	1155.06	0.00
Equipamiento Exterior	General	0.00	0.00	0.00
Ventilación	General	6321.51	0.00	0.00
Sistemas de bombeo	General	62.78	0.00	0.00
Sistemas de agua	Calentador de agua	0.00	293680.04	0.00
	General	0.00	0.00	0.00

Reporte: **Resumen de componentes de uso final de energía (Source Energy End Use Components Summary)**

Resumen de la fuente de energía utilizada por los componentes de uso final (Source Energy End Use Components Summary)

	Electricidad de la fuente [GJ]	Gas Natural de la fuente [GJ]
Calefacción	172.42	0.00
Refrigeración	1298.68	0.00
Luces interiores	588.61	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00
Equipamiento Interior	942.77	18.65
Equipamiento Exterior	0.00	0.00
Ventilación	147.87	0.00
Sistemas de bombeo	14.20	0.00
Sistemas de agua	0.00	4823.69
Total	3164.54	4842.33

**Fuente de energía utilizada por los componentes de uso final por area total construida
(Source Energy End Use Components Per Total Floor Área)**

	Electricidad de la fuente [MJ/m2]	Gas Natural de la fuente [MJ/m2]
Calefacción	149.86	0.00
Refrigeración	1128.77	0.00
Luces interiores	511.60	0.00
Luces exteriores	0.00	0.00
Equipamiento Interior	819.43	16.21
Equipamiento Exterior	0.00	0.00
Ventilación	128.52	0.00
Sistemas de bombeo	12.35	0.00
Sistemas de agua	0.00	4192.60
Total	2750.52	4208.81

Reporte: **Resumen de equipamiento (Equipment Summary)**

Serpentines de refrigeración (Cooling Coils)

	Tipo	Capacidad Nominal Total [W]	Capacidad Nominal Sensible [W]	Capacidad Nominal Latente [W]	Relación de calor sensible	Eficiencia Nominal [W/W]
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 9	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 5	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 8	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 6	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 4	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración:DX:SINGLESPEED 3	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	2640.00	2108.45	531.55	0.80	3.41
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 4	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	22200.00	17730.15	4469.85	0.80	3.00
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 6	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	43600.00	34821.37	8778.63	0.80	3.00
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 5	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	27000.00	21563.69	5436.31	0.80	3.00

Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 1	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	22200.00	17730.15	4469.85	0.80	3.00
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 2	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	21100.00	16851.63	4248.37	0.80	2.50
Serpentín de refrigeración DX SINGLE SPEED 3	Coil:Cooling:DX:SingleSpeed	55600.00	44405.23	11194.77	0.80	3.00

Serpentines de calefacción (Heating Coils)

	Tipo	Capacidad Total Nominal [W]	Eficiencia Nominal [W/W]
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 8	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 11	Coil:Heating:Electric	1027.12	1.00
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 4	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 7	Coil:Heating:Electric	1792.31	1.00
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 7	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 10	Coil:Heating:Electric	1177.18	1.00
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 5	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 8	Coil:Heating:Electric	1183.52	1.00
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 3	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 6	Coil:Heating:Electric	910.23	1.00
OS:COIL:HEATING:DX:SINGLESPEED 2	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	2640.00	3.41
OS:COIL:HEATING:ELECTRIC 5	Coil:Heating:Electric	1339.98	1.00
COIL HEATING DX SINGLE SPEED 4	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	23200.00	5.00
COIL HEATING ELECTRIC 4	Coil:Heating:Electric	9288.98	1.00
COIL HEATING DX SINGLE SPEED 6	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	46900.00	5.00
COIL HEATING ELECTRIC 6	Coil:Heating:Electric	16328.03	1.00

COIL HEATING DX SINGLE SPEED 5	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	29500.00	5.00
COIL HEATING ELECTRIC 5	Coil:Heating:Electric	29897.49	1.00
COIL HEATING DX SINGLE SPEED 1	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	22700.00	5.00
COIL HEATING ELECTRIC 1	Coil:Heating:Electric	8443.45	1.00
COIL HEATING DX SINGLE SPEED 2	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	22600.00	3.00
COIL HEATING ELECTRIC 2	Coil:Heating:Electric	9986.06	1.00
COIL HEATING DX SINGLE SPEED 3	Coil:Heating:DX:SingleSpeed	67400.00	5.00
COIL HEATING ELECTRIC 3	Coil:Heating:Electric	51377.48	1.00

Servicio de agua caliente doméstica (Service Water Heating)

	Tipo	Volumen [m3]	Input [W]	Eficiencia termal [W/ W]	Recuperación de eficiencia [W/W]	Factor de energía
OS:WATER HEATER: MIXED	Calentador de agua	0.32	845000	0.80	2.18	0.58

Flujo de aire de los sistemas (System Design Air Flow Rates)

	Caudal de refrigeración calculado [m3/s]	Caudal de calefacción calculado [m3/s]
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP 3	3.32	0.27
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP 5	3.22	0.47
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP 4	2.04	0.87
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP	3.89	0.24
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP 1	1.60	0.29
PACKAGED ROOFTOP HEAT PUMP 2	6.04	1.49

Reporte: **Resumen de objetos (Object Count Summary)**

	Total	Exterior
Muros	237	81
Losas	45	45
Techos	47	47
Ventanas	2	0
Puertas opacas	56	56
Puertas de vidrio	4	4
Superficies de Sombras	0	0
Aleros	94	94
Cortinas	0	0

HVAC

	Total
HVAC Ciclos de aire	6
Zonas Condicionadas	43
Zonas no Condicionadas	0

Reporte: **Desempeño energético del edificio-Electricidad (BUILDING ENERGY PERFORMANCE – ELECTRICITY)**

	Iluminación interior [J]	Equipamiento interior [J]	Ventilación [J]	Sist. De bombeo [J]	Calefacción [J]	Refrigeración [J]
Enero	0.157620E+11	0.254327E+11	0.446621E+10	0.382849E+09	0.662214E+09	0.453461E+11
Febrero	0.142450E+11	0.228233E+11	0.402954E+10	0.343813E+09	0.690607E+09	0.400324E+11
Marzo	0.156176E+11	0.249374E+11	0.444995E+10	0.375327E+09	0.124943E+10	0.425640E+11
Abril	0.155879E+11	0.247878E+11	0.330365E+10	0.374620E+09	0.208371E+10	0.294279E+11
Mayo	0.151203E+11	0.246002E+11	0.403450E+10	0.368152E+09	0.728066E+10	0.315312E+11
Junio	0.155879E+11	0.247878E+11	0.343086E+10	0.374620E+09	0.111936E+11	0.231860E+11
Julio	0.162594E+11	0.257700E+11	0.366278E+10	0.390024E+09	0.156236E+11	0.231647E+11
Agosto	0.151203E+11	0.246002E+11	0.376145E+10	0.368152E+09	0.806454E+10	0.279789E+11
Septiembre	0.155879E+11	0.247878E+11	0.310704E+10	0.374620E+09	0.341879E+10	0.264103E+11
Octubre	0.157620E+11	0.254327E+11	0.363494E+10	0.382849E+09	0.228355E+10	0.334026E+11
Noviembre	0.149462E+11	0.239552E+11	0.433094E+10	0.359923E+09	0.115596E+10	0.416833E+11
Diciembre	0.162594E+11	0.257700E+11	0.447864E+10	0.390024E+09	0.735053E+09	0.453384E+11
Total anual o promedio	0.185856E+12	0.297685E+12	0.466905E+11	0.448498E+10	0.544417E+11	0.410066E+12
Min de meses	0.142450E+11	0.228233E+11	0.310704E+10	0.343813E+09	0.662214E+09	0.231647E+11
Max de meses	0.162594E+11	0.257700E+11	0.447864E+10	0.390024E+09	0.156236E+11	0.453461E+11

Reporte: Desempeño energético del edificio-Gas natural (BUILDING ENERGY PERFORMANCE - NATURAL GAS)

	Equipamiento interior [J]	Sist. De agua [J]
Enero	0.145001E+10	0.379903E+12
Febrero	0.131819E+10	0.341126E+12
Marzo	0.145001E+10	0.372372E+12
Abril	0.145001E+10	0.371640E+12
Mayo	0.138410E+10	0.365380E+12
Junio	0.145001E+10	0.371640E+12
Julio	0.151592E+10	0.386897E+12
Agosto	0.138410E+10	0.365380E+12
Septiembre	0.145001E+10	0.371640E+12
Octubre	0.145001E+10	0.379904E+12
Noviembre	0.138410E+10	0.357115E+12
Diciembre	0.151592E+10	0.386897E+12
Total anual o promedio	0.172024E+11	0.444989E+13
Min de meses	0.131819E+10	0.341126E+12
Max de meses	0.151592E+10	0.386897E+12

3.8.3. Comparación del consumo entre la corrida base y la corrida alternativa

Los valores porcentuales de ahorro encontrados se condicen con los esperados según la American Society for Healthcare Engineering of the American Hospital

Association (ASHE) los cuales alcanzarían un 30% si se implementan medidas de control que aseguren un correcto funcionamiento de los sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Capítulo 4

Conclusiones

4.1. Conclusiones

El trabajo realizado con el software Energy Plus permite sacar una serie de conclusiones al respecto.

El software resultó interesante por el hecho de brindar la posibilidad de manejar una gran cantidad de variables y parámetros representativos de las características de funcionamiento del edificio, esto permitió encontrar un abanico de opciones para el diseño de la construcción y de los sistemas de climatización, como pocos programas lo pueden hacer, muchas de las complejidades en los sistemas reales del edificio, como se pudo ver, pudieron ser contempladas en el modelo. Todas estas entradas necesarias para la simulación, debieron cumplir con valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa ASHRAE ya sea la 90.1, la 189.1 o la que aplique al caso, en este caso en particular se aplicó el estándar 189.1 que es una de las más utilizadas a nivel mundial. En muchas ocasiones se deseó introducir algún parámetro característico de la región que no esté contemplado en la normativa lo que produjo la interrupción de la simulación, esto de alguna manera permite tener una idea de la calidad de las construcciones en nuestro país desde el punto de vista energético en comparación con otros países, y de la categoría que ocuparía el edificio caso, dentro de la clasificación de edificios eficientes energéticamente, por medio de la normativa ASHRAE 189.1, o sin ir más lejos, la IRAM 11900 para calefacción.

También es importante aclarar que los sets que forman parte de la modelización, como por ejemplo los sets constructivos obedecen a las zonas climáticas de EEUU, es decir a las necesidades de confort de las distintas regiones de ese país. Contando la Argentina con un estudio exhaustivo aunque no sistemático de sus regiones climáticas, no fue posible aplicarlo para el edificio caso.

El manejo de un gran número de parámetros en muchas ocasiones implica cierta complejidad en lo que hace a la introducción de entradas e interpretación de salidas. Para este caso en particular, no se encontró disponible suficiente material para evacuar ciertas dudas o incongruencias que surgían en el periodo de aprendizaje, modelización y simulación del modelo. Fue necesario contactarse durante estos periodos con los mismos desarrolladores de Open Studio que forman parte del personal en el laboratorio de energías renovables de EEUU, y con distintos usuarios de Energy Plus de todo el mundo a través de foros a través de los cuales, no solo comparten inquietudes sino también la experiencia en la utilización del programa. Ellos prestaron su tiempo y su conocimiento para dar consejos y recomendaciones a lo largo de todo el proceso de este informe.

También es importante destacar el tiempo de simulación, este programa consume más tiempo en comparación con otros similares, lo que podría ser una desventaja, no obstante se puede obtener una mejor precisión en la mayoría de los resultados. El tiempo de simulación en Energy Plus está directamente relacionado con el periodo de tiempo simulado para el cual se trunca la convergencia de la solución que aproxima Energy Plus, desde las cargas hacia los sistemas. Para el tiempo de convergencia adoptado (valor por defecto, 15 minutos), el tiempo de simulación del modelo base es de aproximadamente 12 minutos y el del modelo alternativo primeramente planteado, aproximadamente 6 horas, finalmente se realizó un cambio en los sistemas de climatización y se redujo a

aproximadamente 2 horas y media.

El tiempo de simulación es un aspecto a tener en cuenta, es necesario tener en claro qué tipo de construcción se está simulando, por qué y para qué se está realizando la simulación, es decir qué modificaciones se intentan aplicar en la situación actual y cuáles son las mejoras que se esperan en el modelo, para justificar el tiempo de simulación y la utilización del software. Cuando se intenta estudiar la eficiencia energética de un edificio y los tiempos son prioritarios se podrían utilizar otros programas como eQuest, cuando se busca la precisión en los resultados se justifica el uso de Energy Plus u otros softwares similares, como ESP-r.

Se puede decir de que Energy Plus más allá de ser una de las mejores herramientas para la simulación energética de construcciones en régimen transitorio, de uso libre, posee como una de sus mayores debilidades o limitaciones, la imposibilidad de representar de manera dinámica muchos de los parámetros de entrada, cuyo comportamiento se asemeja, más que a un parámetro, a una variable continua. La representación de variables en condición de régimen estacionario no permite tener en cuenta la variación real de la transmitancia y de la conductividad en función del cambio de temperatura del aire a través del archivo climatológico de la ciudad. Para una mejor representación de la dinámica del funcionamiento energético del edificio DASPU, dada por los ciclos cortos de los equipos de acondicionamiento, las operaciones de encendido y apagado de los dispositivos eléctricos de uso final de las distintas áreas que posee el hospital, etc., se aconseja implementar el tiempo mínimo para la convergencia, de un minuto como permite Energy Plus.

Otras de las limitaciones es la incapacidad de incorporar la humedad que almacenan inevitablemente los cerramientos más allá de las soluciones arquitectónicas que se apliquen en la construcción real que puedan ser o no incorporadas finalmente en el modelo.

Se debe destacar que éste informe es solo un pequeño aporte o avance dentro de un proyecto que se preocupa por la temática y busca informar, concientizar e interesar no solo a los usuarios sino también a otras universidades y a las autoridades de aplicación sobre el uso racional de la energía en los edificios de nuestra ciudad.

Es necesario seguir avanzando en la simulación energética en edificios, perfeccionando algunos criterios tanto en selección de variables como de parámetros que hacen al clima, la envolvente, las cargas y los sistemas, para ajustar los modelos lo mejor posible a la realidad y así dejar abierta la posibilidad de realizar auditorías energéticas en los edificios públicos de la ciudad, algo que actualmente se ha vuelto una importante necesidad tanto económica como social.

Finalmente, y como hecho relevante, se menciona la circunstancia de que los resultados obtenidos en el presente trabajo sirvieron como base para la Investigación sobre Eficiencia Energética en Edificios Públicos presentado por el equipo de investigación de la Cátedra de Instalaciones II de la FCEfYn de la UNC al 1er. Workshop en Eficiencia Energética en Edificios, realizado en Córdoba, los días 19 y 20 de septiembre de 2013.

BIBLIOGRAFIA

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., (2009) Proposed Standard 189.1, Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., (2004), Standard 90.1, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., (2003), HVAC Design Manual For Hospitals And Clinics.

Carrier S.A. Buenos Aires Argentina, (2013), www.carrier.com.ar

Cemi S.A., (2013), www.cemisa.com.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (1999), Lineamientos para la regulación del uso eficiente de la energía en Argentina, Naciones Unidas.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2009), Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y El Caribe, Naciones Unidas.

Energy Alliance Commission on National Energy Efficiency Policy, (2013), The History of Energy Efficiency.

Facorro Ruiz Lorenzo, (1978), Curso de termodinámica, Ediciones Melior.

Open Studio Forum, (2013), <http://openstudio.nrel.gov/forum>.

Palm Jenny, (2010), Energy Efficiency, Sciyo.

The Engineering Toolbox (2013), www.engineeringtoolbox.com.

University Of Illinois, (2005), Getting Started with Energy Plus.

U.S. Department of Energy, Office of Integrated Analysis and Forecasting, (2008), International Energy Outlook 2008. www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html.

U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory, Publicaciones, (2013), www.nrel.gov/publications.

York Heating and Air Conditioning, (2013), www.york.com.

Yahoo Groups Energy Plus, (2013).