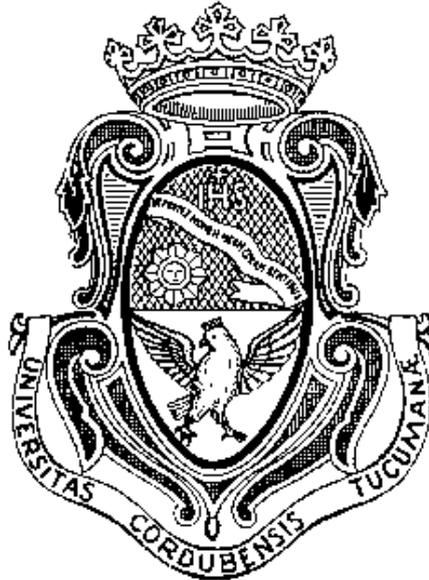


Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



Cátedra: Práctica Supervisada

**“AJUSTE DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS CON DATALOGGERS
HOBOS”**

Laureana Luciani Zabaleta

Tutor: Ing. Santiago R. Pérez

Supervisor Externo: Ing. Juan Arturo Alippi

Lugar: Dirección de Asistencia Social del Personal Universitario de barrio Cofico

MARZO 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a mi tutor el Ing. Santiago Pérez por guiarme y ayudarme para realizar este trabajo, al Ing. Juan A. Alippi por darme un lugar en su empresa para aprender sobre esta hermosa profesión y al Ing. Santiago Ferreyra por enseñarme a usar el software Energy Plus.

Al personal de DASPU por permitirnos realizar el trabajo en su institución, brindando toda la información solicitada.

A mi mamá Marina, por estar incondicionalmente, apoyar siempre mis objetivos y darme el ejemplo de que siempre se pueden alcanzar los sueños.

A mi papá Mario, a mis hermanas Gio e Isa y al resto de mi familia piquense y marplatense que estando lejos siempre se mantuvieron cerca y me acompañaron a pesar de la distancia.

A mi hermana Albana con quien compartí la convivencia, mis horas de estudio y mis nervios pre examen.

A mi novio que desde hace años me impulsa a mejorar día a día.

A mis amigas, las civiles, con quien disfruté y compartí cada momento en estos años de facultad.

A mis amigas piquenses por estar siempre.

Y por último especiales agradecimientos a mi Abuela Leonor, mi Abuelo Néstor y mi suegra Julia, quienes dejaron en mí una marca eterna y con quienes hubiese querido disfrutar este logro.

RESUMEN

El presente trabajo forma parte de la práctica supervisada de la carrera de Ingeniería Civil, en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Universidad Nacional de Córdoba. Se llevó a cabo en la Dirección de Asistencia Social del Personal Universitario (DASPU) de barrio Cofico.

Uno de los principales objetivos del presente trabajo es ajustar la modelación y parametrización en el software Energy Plus, del edificio seleccionado, mediante la realización de mediciones in situ con dataloggers Hobo que representan la situación real del mismo. Otro de los objetivos es familiarizar a la alumna en el manejo de dataloggers tipo Hobo.

En el informe se estudia la proximidad que se tiene entre los resultados arrojados por la modelación energética del edificio y su situación real a través de mediciones en distintos espacios termales seleccionados puntualmente, midiendo la variable temperatura ambiente de dichos sectores y comparando lo arrojado por el software y lo medido por los dataloggers.

Se desarrollan las características del edificio de DASPU a tener en cuenta para simular correctamente su comportamiento energético, luego se describe como fue la utilización de los dataloggers Hobo y su software asociado, seguidamente se explican los lineamientos principales para modelar, parametrizar y simular la situación del edificio mediante el software Energy Plus y por último se realiza un análisis de los datos obtenidos en ambos casos.

El análisis de datos se realiza a partir de un estudio estadístico de los resultados en el cual se intenta encontrar las coincidencias y diferencias entre ambas situaciones y determinar los parámetros que deberían ajustarse para que la simulación se aproxime de forma más precisa a la situación real del edificio.

Los resultados conseguidos satisfacen los objetivos esperados para este trabajo haciendo la salvedad de que se debe seguir profundizando la investigación en el tema para conseguir otros objetivos a largo plazo como perfeccionar el manejo del software Energy Plus y modelar con más precisión los distintos edificios y las instalaciones en la ciudad de Córdoba que permitirán obtener valores muy próximos a la realidad, logrando en un futuro, garantizar ahorros energéticos mediante la selección apropiada de materiales, diseño y construcción de instalaciones.

Es destacable que los resultados obtenidos en el presente trabajo junto con su primera parte "Eficiencia Energética en Edificios Públicos", fueron presentados por el equipo de investigación de la Cátedra de Instalaciones II de la FCEFN de la UNC en el "Segundo Encuentro Interdisciplinario de investigadores en problemáticas ambientales de la Universidad Nacional de Córdoba" organizado por EIDIPA del 10 al 12 de Noviembre de 2015.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. CAPÍTULO 1: MARCO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	8
1.1	Ámbito de desarrollo 8
1.2	Objetivos 8
1.3	Actividades desarrolladas 9
1.4	Aplicación de conocimientos de materias cursadas en la carrera de Ingeniería Civil 9
1.5	Organización del informe 10
2. CAPÍTULO 2: EDIFICIO DE DIRECCIÓN DE ASISTENCIA SOCIAL DEL PERSONAL UNIVERSITARIO DE BARRIO COFICO	11
2.1	Descripción de DASPU 11
2.2	Ubicación 11
2.3	Antecedentes y situación actual del edificio 12
2.4	Horarios de Atención 14
2.5	Funcionamiento 14
2.6	Materiales de Construcción, equipamiento interno y cargas térmicas 18
2.7	Equipos de Aire Acondicionado y Calefacción 18
2.7.1	Descripción de equipos 20
2.7.2	Plantas y sectorización según equipos 24
3. CAPÍTULO 3: DATALOGGUERS ONSET HOBO	31
3.1	Datalogguer Onset Hobo 31
3.2	Usos del Datalogger Onset Hobo 32
3.3	Funcionamiento del Datalogger Onset Hobo 32
3.4	Software: Hobo Ware 33
3.5	Mediciones 35
3.5.1	Limitaciones 35
3.5.2	Programación de Hobos 35
3.5.3	Instalación de dispositivos de medición 41
3.5.4	Control de mediciones 46
3.5.5	Descarga de datos de medición 47
3.5.6	Resultados gráficos obtenidos para los cuatro dispositivos instalados .. 48
4. CAPITULO 4: ENERGY PLUS	54
4.1	Definición y resumen del funcionamiento de Energy-Plus 54
4.2	Ingreso de variables características del edificio de DASPU 55
4.3	Modelación y zonas termales analizadas 55

4.4	Simulación mediante Energy Plus para las Zonas Termales N°8 y N°27	58
5.	CAPITULO 5: ANÁLISIS DE DATOS	61
5.1	Definición del tamaño de la muestra	61
5.2	Análisis de datos en Pasillo de Planta Baja o Zona Termal N°8	62
5.2.1	Medidas estadísticas	62
5.2.2	Tablas y gráficos de frecuencias.....	63
5.2.3	Gráficos de densidad de puntos	65
5.2.4	Diagrama de Dispersión	67
5.3	Análisis de datos en Oficina de Administración o Zona Termal N°27	69
5.3.1	Medidas estadísticas	69
5.3.2	Tablas y gráficos de frecuencias.....	70
5.3.1	Gráficos de densidad de puntos	73
5.3.1	Diagrama de Dispersión	75
6.	CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	76
7.	CAPITULO 7: PS EN IMPIANTI S.R.L	78
7.1	Empresa Receptora.....	78
7.2	Objetivos y aprendizajes de la práctica realizada en IMPIANTI S.R.L.....	78
7.3	Desarrollo y modalidad de la Práctica Supervisada	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

2. CAPÍTULO 2

Figura 2-3. Antiguo edificio DASPU.....	13
Figura 2-4. Actual Edificio DASPU	13
Figura 2-5. Vista axonométrica edificio DASPU.....	15
Figura 2-6. Planta Baja DASPU.....	16
Figura 2-7. Planta Alta DASPU	17
Figura 2-8. Esquema de componentes de sistema centralizado de acondicionamiento de aire.....	19
Figura 2-9. Equipo "PB+PA 1"	20
Figura 2-10. Equipo "FARMACIA"	20
Figura 2-11. Equipo "PB+PA 2"	21
Figura 2-12. Equipo "Quirófano".....	22
Figura 2-13. Área abastecida por equipo FARMACIA	24
Figura 2-14. Área abastecida por equipo PB+PA 1 en Planta Baja	25
Figura 2-15. Área abastecida por equipo PB+PA 1 en Planta Alta	26
Figura 2-16. Área abastecida por equipo PB+PA 2 en Planta Baja	27
Figura 2-17. Área abastecida por equipo PB+PA 2 en Planta Alta	28
Figura 2-18. Área abastecida por equipo QUIRÓFANO	29

3. CAPÍTULO 3

Figura 3-1. Dispositivo de medición Hobo	32
Figura 3-2. Software Hobo Ware	34
Figura 3-3. Opción "Revisar Estado" en HoboWare	36
Figura 3-4. Estado inicial del Hobo N°3.....	36
Figura 3-5. Opción "Iniciar Dispositivo" en Hobo Ware	37
Figura 3-6. Designación Equipo	38
Figura 3-7. Sensores y Alarmas	39
Figura 3-8. Programación Implementación.....	40
Figura 3-9. Hobo N°1 en el interior de la Reja de Retorno de equipo PB+PA 2.....	41
Figura 3-10. Hobo N°1 en el exterior de la Reja de Retorno de equipo PB+PA 2....	42
Figura 3-11. Hobo N°2 en Reja de Inyección de equipo PB+PA 2.....	42
Figura 3-12. Instalación de Hobo N° 3 en el interior de la Reja de Retorno de Oficina de Administración.....	43
Figura 3-13. Instalación de Hobo N° 3 en el exterior de la Reja de Retorno de Oficina de Administración.....	44

Figura 3-14. Instalación de Hobo N°4 en Reja de Inyección de Oficina de Administración.....	44
Figura 3-15. Ubicación Hobos N°1 y N°2.....	45
Figura 3-16. Ubicación Hobos N°3 y N°4.....	46
Figura 3-17. Lectura de datos desde Software	47
Figura 3-18. Vista ejemplo de la lectura de datos usando HoboWare	48
Figura 3-19. Resultados Hobo N°1 en Retorno de Aire en Planta Baja	49
Figura 3-20. Resultados Hobo N°2 en Inyección de Aire en Planta Baja.....	50
Figura 3-21. Hobo N°3 en Retorno de Aire de Oficina de Administración.....	51
Figura 3-22. Hobo N° 4 Inyección de Aire en Oficina de Administración.....	52
4. CAPÍTULO 4	
Figura 4-1. Modelación edificio DASPU	56
Figura 4-2. Volumetría representada por zonas termales	56
Figura 4-3. Zona Termal N° 8- Pasillo de Planta Baja	57
Figura 4-4. Zona termal N° 27-Oficina de Administración en Planta Alta.....	58
Figura 4-5. Temperatura Zona Termal N° 8 según Energy Plus	59
Figura 4-6. . Temperatura Zona Termal N° 27 según Energy Plus	60
5. CAPÍTULO 5	
Figura 5-1. Frecuencias Absolutas de Hobos en Pasillo de P.B.	64
Figura 5-2. Frecuencias Absolutas de Simulación en Pasillo de PB.....	65
Figura 5-3. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para los Hobos en Pasillo de PB	66
Figura 5-4. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para la Simulación en Pasillo de PB	66
Figura 5-5. Gráfico de Dispersión entre Hobos y Simulación en Pasillo de PB.....	67
Figura 5-6. Frecuencias Absolutas de Hobos en Oficina de Administración	71
Figura 5-7. Frecuencias Absolutas de Simulación en Oficina de Administración	72
Figura 5-8. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para los Hobos en Oficina de Administración.....	73
Figura 5-9. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para la Simulación en Oficina de Administración.....	74
Figura 5-10. Dispersión entre Hobos y Simulación en Oficina de administración ...	75

ÍNDICE DE TABLAS

2. CAPÍTULO 2

Tabla 2-1. Descripción equipos Rooftop de edificio DASPU 23

Tabla 2-2. Resumen áreas de cobertura de equipos Rooftop 30

5. CAPÍTULO 5

Tabla 5-1. Medidas estadísticas de Hobos en Pasillo de PB..... 62

Tabla 5-2. Medidas estadísticas de Simulación en Pasillo de PB 62

Tabla 5-3. Tabla de frecuencias de Hobos en pasillo de P.B 63

Tabla 5-4. Tabla de frecuencias de Simulación en Pasillo de PB..... 64

Tabla 5-5. Medidas estadísticas de Hobos en Oficina de Administración..... 69

Tabla 5-6. Medidas estadísticas de Simulación en Oficina de Administración 69

Tabla 5-7. Frecuencias de Hobos en Oficina de Administración. 70

Tabla 5-8. Frecuencias de Simulación en Oficina de Administración. 71

1. CAPÍTULO 1: MARCO DE DESARROLLO DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

1.1 Ámbito de desarrollo

La Práctica Supervisada (PS) se llevó a cabo en la Dirección de Asistencia Social del Personal Universitario (DASPU). Durante la ejecución de la misma se aplicaron conocimientos adquiridos en el cursado de la carrera de Ingeniería Civil.

Las tareas e investigaciones se realizaron con los objetivos de mejorar la modelación y parametrización del edificio en el software de simulación energética Energy Plus y, en simultáneo, perfeccionar el manejo de elementos de medición de parámetros como temperatura y humedad utilizando dattaloggers.

1.2 Objetivos

El primer objetivo consiste en comparar los resultados obtenidos en la simulación del comportamiento energético del edificio de DASPU de barrio Cofico, seleccionando aquellos parámetros que arroja el programa y que pueden ser medidos in situ utilizando dattaloggers, para establecer así, similitudes o diferencias entre ambas situaciones y determinar si deben ajustarse de forma más precisa todos aquellos parámetros que se definen para conseguir la simulación.

Para hacer esta evaluación se requirió investigar y perfeccionar de la forma más precisa posible el manejo y funcionamiento de dispositivos de medición. Por lo cual este fue otro de los objetivos a cumplir al realizar este trabajo de investigación.

Las actividades profesionales realizadas en el desarrollo del trabajo pueden enumerarse a continuación:

- Analizar y evaluar variables para estudiar un determinado enfoque.
- Aplicar conocimientos vistos durante la carrera.
- Desarrollar criterios para determinar la confiabilidad de las simulaciones energéticas realizadas.
- Perfeccionar la utilización de instrumentos de medición in situ.

1.3 Actividades desarrolladas

Las tareas realizadas durante el desarrollo del trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Análisis bibliográfico y antecedentes sobre la eficiencia energética en Córdoba y el país.
- Estudio de los software utilizados para simulación energética de edificios.
- Estudio sobre los distintos instrumentos de medición de parámetros como Humedad y Temperatura.
- Estudio del edificio seleccionado haciendo énfasis en sus instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción.
- Modelación del edificio en Energy Plus.
- Realización de mediciones en el edificio de DASPU de barrio Cofico.
- Análisis de datos obtenidos por la simulación y por las mediciones.

1.4 Aplicación de conocimientos de materias cursadas en la carrera de Ingeniería Civil

Para realizar el siguiente informe técnico se utilizaron conocimientos adquiridos en las siguientes materias de la carrera de Ingeniería Civil:

- “Física I” y “Termotecnia”, cursadas en primer y segundo año de la carrera, ayudaron a entender los fenómenos de transferencia de calor, los conceptos de temperatura, humedad absoluta y humedad relativa, punto de rocío.
- Arquitectura I y II, para interpretar los elementos componentes del edificio.
- Instalaciones en edificios I y II, la mayor parte de los conocimientos se adquirieron en el cursado de estas asignaturas. En ellas se estudiaron los conceptos de cargas térmicas y las instalaciones de refrigeración y calefacción en edificios.

1.5 Organización del informe

El informe se divide en siete capítulos:

En el Primer Capítulo: *Marco de desarrollo de la Práctica Supervisada*, se indican los objetivos y actividades realizadas en el trabajo de investigación.

En el Segundo Capítulo: *Edificio Dirección de Asistencia Social del Personal Universitario de barrio Cofico*, se describen las características constructivas del edificio, sus horarios de funcionamiento, sus planos, su equipamiento interno y sus instalaciones de aire acondicionado y calefacción.

En el Tercer Capítulo: *Dataloggers Onset Hobos*, se presenta la descripción de estos dispositivos de medición, su funcionamiento, su configuración en el software HoboWare, la descarga de datos y se presentan los resultados obtenidos.

En el Cuarto Capítulo: *Energy Plus*, se indican cuáles son los parámetros a ingresar en el software, los programas complementarios utilizados y los resultados de la simulación propiamente dicha.

En el Quinto Capítulo: *Análisis de Datos*, se evalúan los resultados obtenidos por las mediciones y por la simulación a través de un estudio estadístico de los mismos.

En el Sexto Capítulo: *Conclusiones*, se presentan las principales conclusiones a las que se arribaron con este trabajo.

En el Séptimo Capítulo: *PS en IMPIIANTI S.R.L.*, en este apartado se relatan las actividades realizadas en la empresa de instalaciones donde se cumplieron las 200 hs. requeridas por la asignatura "Practica Supervisada".

2. CAPÍTULO 2: EDIFICIO DE DIRECCIÓN DE ASISTENCIA SOCIAL DEL PERSONAL UNIVERSITARIO DE BARRIO COFICO

En este capítulo se indican datos característicos y orientativos sobre el edificio, que permiten ubicarlo en el espacio, y luego se hace una descripción del mismo y de todas aquellas características de construcción, funcionamiento, equipamiento interno, cargas térmicas y equipos de acondicionamiento de aire que deben definirse para realizar la modelación y simulación.

2.1 Descripción de DASPU

DASPU es una 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.



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.

Ofrece cobertura de salud una creciente población, que hoy suma cerca de 60 mil afiliados.

Actualmente cuenta con cuatro sucursales a saber:

- SEDE CIUDAD UNIVERSITARIA
- SEDE MATERNIDAD / PLAZA COLÓN
- SEDE CERRO DE LAS ROSAS
- **SEDE COFICO- Campillo 346 – Cofico**

2.2 Ubicación

La cuarta sede de la DASPU está ubicada en Barrio Cofico, en la zona norte de la ciudad de Córdoba, su dirección es Juan Del Campillo 346 y su emplazamiento es Norte-Sur.

permitió convertirse en un centro de cirugía ambulatoria, lo que implica realizar operaciones en el día sin necesidad de mantener internados a los pacientes. Igualmente, debido a que cuenta con salas de recuperación, posee las instalaciones necesarias, para albergar a pacientes requieran seguimiento no mayor a cinco días.

A continuación se muestran imágenes del edificio en sus inicios, y el remodelado que funciona en la actualidad.



Figura 2-1. Antiguo edificio DASPU



Figura 2-2. Actual Edificio DASPU

2.4 Horarios de Atención

Los horarios de atención son de lunes a viernes de 8 a 20 hs. Y los días sábados de 8 a 13 hs.

Los quirófanos no se encuentran en funcionamiento en el mismo horario debido a que sólo se utilizan cuando hay cirugías programadas, que suelen ser por la mañana.

2.5 Funcionamiento

El edificio posee dos plantas. En planta baja se encuentran un hall de acceso, mesa de entradas, sector de cajas, auditoría, un pasillo central que auspicia de sala de espera de los consultorios ubicados a ambos lados del mismo, y los sanitarios.

En el lado Oeste se tienen los consultorios de radiología, hemoterapia, mamografía, el gimnasio y un sector de atención al público y consultorios que responden al Oulton.

En el lado Este se tienen los consultorios de ginecología, pediatría, tres consultorios de odontología y sanitarios públicos.

En planta alta se encuentra una sala de espera, una recepción, las oficinas de administración y de coordinación. Seguida a estas, cuatro habitaciones de recuperación.

También se encuentran la cocina y el comedor.

Al final del pasillo se tienen los quirófanos, los cuales cuentan con su sala de recuperación, esterilización, anestesia y vestuarios para los médicos.

Debe destacarse 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 la otra fuera de la planta del mismo, exclusiva para pacientes, ya que contiene un ascensor para camillas y su ubicación, permitiendo su ubicación, el traslado del paciente directamente hacia una ambulancia o a un vehículo particular en planta baja.

La siguiente imagen muestra una vista volumétrica del edificio con su equipamiento interno.



Figura 2-3. Vista axonométrica edificio DASPU

La distribución de ambientes en planta baja se puede observar a continuación.

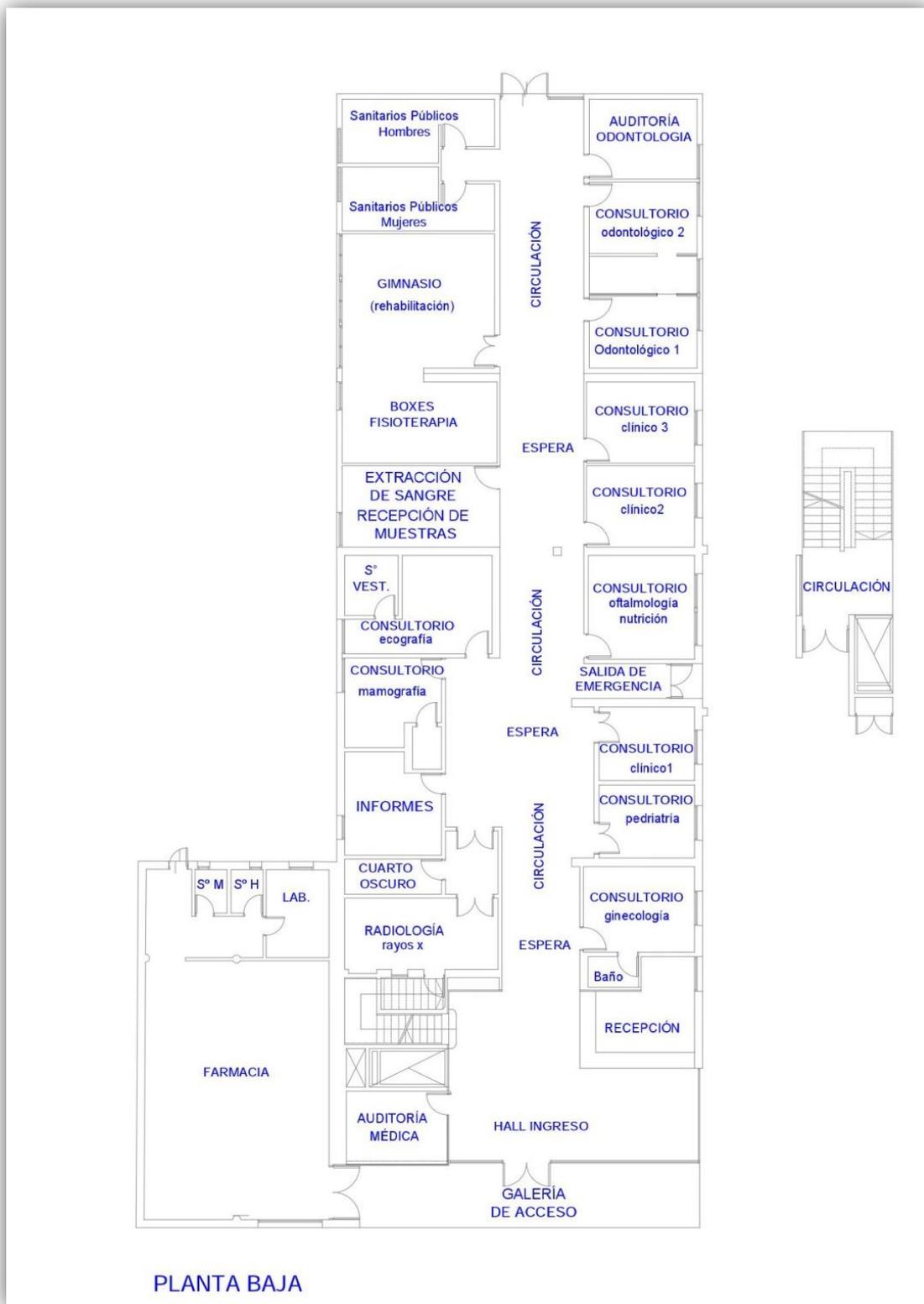


Figura 2-4. Planta Baja DASPU

En la siguiente imagen se presenta la misma distribución pero del primer piso.

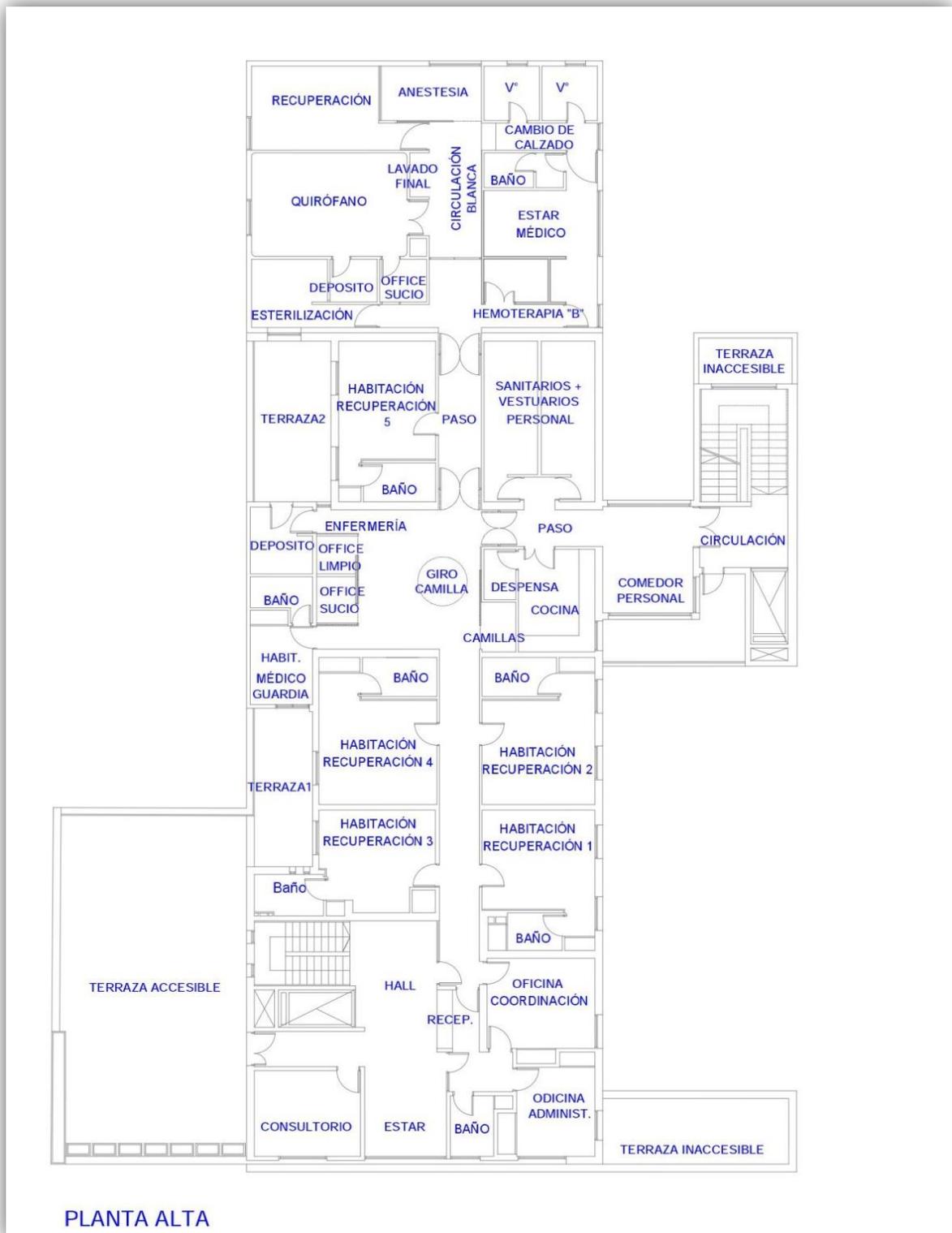


Figura 2-5. Planta Alta DASPU

2.6 Materiales de Construcción, equipamiento interno y cargas térmicas

El edificio se encuentra construido con materiales usuales de la industria de la construcción, cerramientos de mampostería, aberturas externas e internas de aluminio con excepción de casos puntuales construidos en madera. Su estructura sismorresistente es aporticada de hormigón armado, pisos de porcelanato, y todo lo estipulado en el estándar 189.1 de la norma ASHRAE.

Es importante distinguir todos los elementos componentes del equipamiento interior, que comprende a aquellos sistemas y artefactos que pueden producir un consumo energético de algún tipo, de los que generan gastos energéticos 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.

Por otro lado debe definirse que es una carga térmica: es la cantidad de energía térmica por unidad de tiempo que un recinto cerrado intercambia con el exterior debido a las diferentes condiciones higrotérmicas del interior y del exterior. El cálculo de estas cargas permite disponer los sistemas adecuados de calefacción o refrigeración para compensarlas.

Las cargas para cada local consideradas en la simulación son las dadas por la 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.

2.7 Equipos de Aire Acondicionado y Calefacción

El edificio posee cuatro equipos que funcionan de forma independiente para abastecer cuatro sectores distintos.

Los sistemas instalados son centralizados y están compuestos por los siguientes elementos:

- Red de conductos de mando de chapa galvanizada: es una red que inicia en el rooftop, se distribuye por los distintos espacios técnicos y cielorrasos del edificio y termina en las rejillas de inyección y retorno de aire. A través de ellos se envía aire tratado para calefaccionar o refrigerar los ambientes. Debe garantizarse su correcto diseño, dimensionamiento y aislación térmica para garantizar un funcionamiento eficiente, sin pérdidas apreciables de temperatura en el caso de aire para calefacción o de aumentos de temperatura en aire para refrigeración.
- Rejillas de Inyección o difusores: son los dispositivos que sirven para liberar el aire en las distintas zonas. Las rejillas de inyección son de forma rectangular y

los difusores son circulares, cumpliendo ambos la misma función. Puede regularse manualmente la apertura de las mismas para limitar o no el ingreso de aire en la zona que abastecen. Es válido mencionar que existen rejas cuya apertura puede programarse automáticamente, pero el edificio estudiado posee las de manejo manual.

- **Rejas de Retorno:** son las encargadas de tomar el aire a temperatura ambiente y enviarlo al equipo rooftop para modificar su temperatura y así comenzar el circuito nuevamente. Son de forma rectangular y, al igual que las de inyección, su apertura puede regularse manualmente.
- **Termostato:** dispositivo que regula el encendido del equipo de climatización para lograr las condiciones ambientales deseadas. Los termostatos programables pueden ahorrar mucha energía en los edificios. Se sitúa centralmente dentro del mismo. No debe recibir luz directa del sol o estar cerca de un dispositivo que produzca calor.
- **Equipos Rooftop:** Este tipo de unidad también llamada sistema de aire acondicionado de techo, es una solución que se adapta perfectamente a medianas y grandes superficies. Los rooftop pueden manejar grandes volúmenes de aire que necesitan elevadas potencias sin afectar a la superficie del sanatorio, en este caso, debido a que se instalan en las azoteas de los edificios. Los utilizados en DASPU se detallarán en las próximas páginas.

En la siguiente imagen se muestran esquemáticamente las partes del sistema y como sería el flujo de aire por el mismo.



Figura 2-6. Esquema de componentes de sistema centralizado de acondicionamiento de aire

2.7.1 Descripción de equipos

A continuación se muestran los rooftop utilizados con su designación técnica según su marca y modelo de fabricación, y el de la denominación que se les asignó en función del área que abastecen.

- CARRIER 48 TJND 120 denominado "FARMACIA"
- CARRIER 48 TJND 370 denominado "PB+PA 1"
- YORK DM 060 denominado "QUIRÓFANO"
- YORK DM 180 denominado "PB+PA 2"

Una breve descripción técnica según el manual de cada equipo se muestra a continuación:

CARRIER 48 TJND 120- "FARMACIA" Y CARRIER 48 TJND 370- "PB+PA 1"

- Intercambiadores de calor para calefacción Alumagrad de acero galvanizado
- Ventilador para combustión de gas
- Intercambiadores de calor tubulares
- Gabinete de acero galvanizado
- Filtros de retorno de aire
- Base para transporte de la unidad
- Bandeja de condensación inclinada y resistente a la corrosión
- Entrada única de energía al equipo
- Motores equipados con cojinetes de lubricación permanente
- Operación de refrigeración con temperaturas exteriores de hasta 0,9 °C
- Cumple con la norma ASHRAE 62-89 Estándar
- Control y diagnóstico electrónico de fallas en calefacción a gas



Figura 2-8. Equipo "FARMACIA"



Figura 2-7. Equipo "PB+PA 1"

YORK DM 180- "PB+PA 2"

- Refrigeración de dos etapas proporcionada por los circuitos independientes de refrigeración duales con válvulas de expansión, filtros secadores, con alta y baja presión.
- Compresores de espiral
- Calentamiento en dos etapas proporcionada por intercambiadores de calor duales independientes con tubos de acero aluminizado.
- Motores de lubricación permanente
- Descarga de aire inferior o lateral con capacidad de configuración, es decir convertibles.
- Posee volumen de suministro de aire constante (CV) con un volumen opcional variable de aire (VAV).
- Fabricado bajo las normas de calidad de ISO9001
- Junta de control de Simplicity
- Tubo de cobre con bobinas de aluminio
- Aro de acceso al filtro y puertas sin herramientas
- Agujeros en rieles de la base para levantar
- Entrada única de energía al equipo.

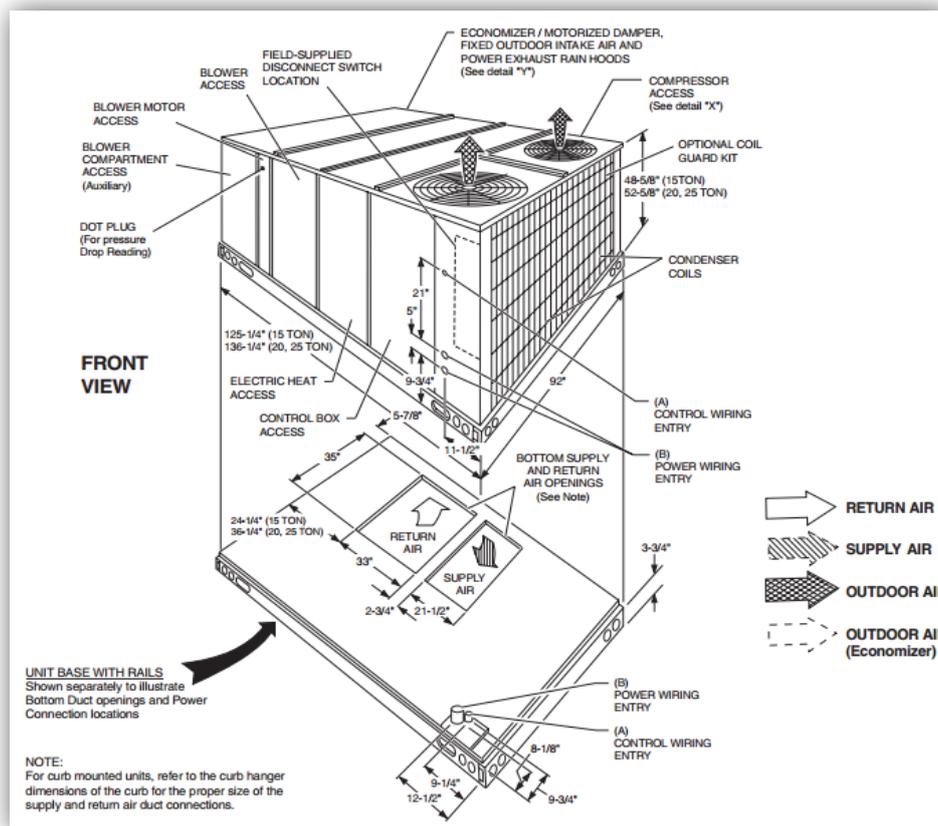


Figura 2-9. Equipo "PB+PA 2"

YORK DM 060 "QUIRÓFANO"

- Están equipados con un accionamiento directo o un accionamiento por correa que se puede ajustar para satisfacer las necesidades exactas del trabajo requerido.
- Poseen motores lubricados permanentemente
- La parte inferior o lateral de descarga de aire posee capacidad de configuración es decir que es convertible.
- Fabricado bajo las normas de calidad de ISO9001
- Junta de Control de Simplicity
- Tubo de cobre con bobinas de aluminio
- Fácil acceso a todos los componentes
- Agujeros en la base para el levantamiento
- Entrada única de energía al equipo.

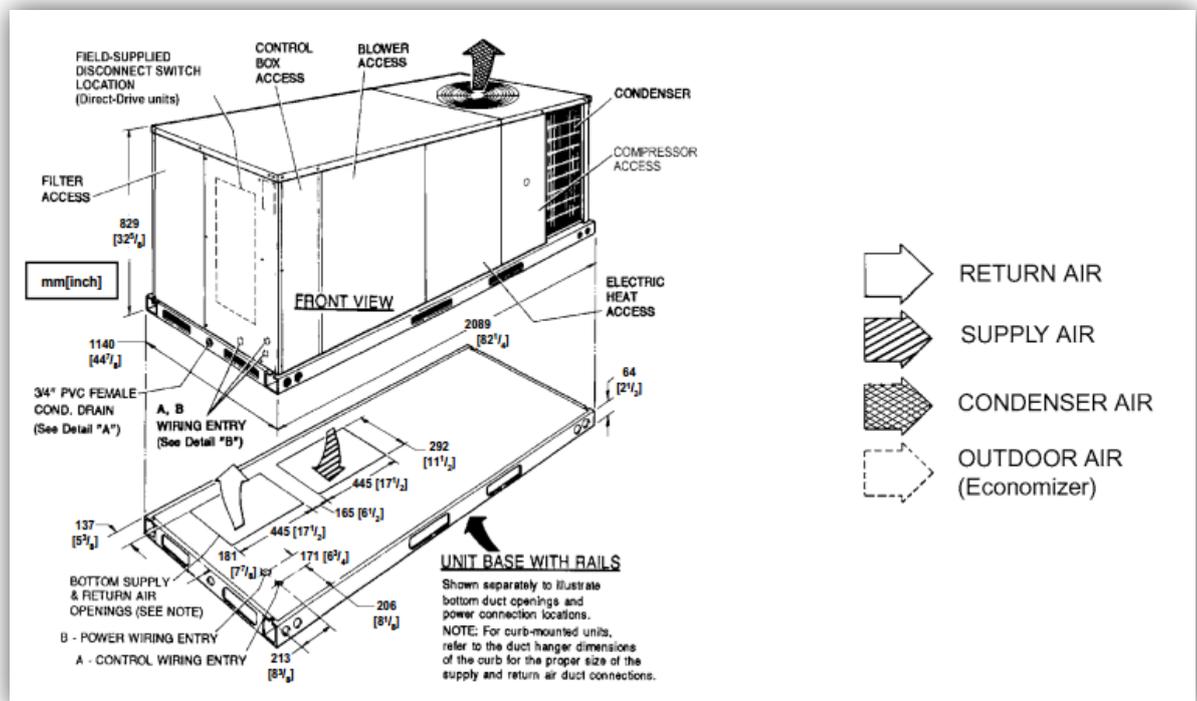


Figura 2-10. Equipo "Quirófano"

A continuación se adjunta una tabla que resume de las principales características técnicas extraídas de los manuales de los distintos equipos.

Equipos Rooftop					
Características		Farmacia	PB+PA 1	PB+PA 2	Quirófano
	Observación				
Modelo equipo		Carrier TJND120	Carrier TJDN 320	York DM 180	York DM 060
Voltage [Volt]		380	380	380-415	380-415
Sistema Central		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
Termostato set point [°C]	Frío/Calor Ocup.	25/18,89	25/18,89	25/18,89	24,4/19,4
	Frío/Calor desocup.	26,11/17,78	26,11/17,78	26,11/17,78	24,4/19,4
Temperatura de diseño [°C]	Frío/Calor interior	23,9/21,1	23,9/21,1	23,9/21,1	23,9/20
	Frío/Calor suministro	23/24	23/34	23/34	8,89/37,78
Minima velocidad de diseño [m/s]		9,15	5,49	5,49	5,49
Refrigeración	Capacidad [KW]	35,71	88	53,57	17,85
	Tipo de Condensador	Refrigerado por Aire	Refrigerado por Aire	Refrigerado por Aire	Refrigerado por Aire
	Eficiencia EER	3,06	3,1	8,5	9,1
	COP	1	1	2,5	2,7
Calefacción	Capacidad [KW]	59,9	62,8	88	29,3
	Eficiencia AFUE	80	80,5	80	80,5
	COP	1,3	1,3	3,3	3,5
Caudal del ventilador [l/seg]		1888	4719	2830	943
Funcionamiento nocturno	no	no	no	no	si

Tabla 2-1. Descripción equipos Rooftop de edificio DASPU

2.7.2 Plantas y sectorización según equipos

Las zonas que sirven a cada sistema se describen en las siguientes figuras:

El equipo Farmacia abastece tanto a la farmacia en sí, como a su laboratorio.

Este se encuentra instalado sobre un muro que linda con el patio. Posee un conducto de inyección con sus respectivas rejas.

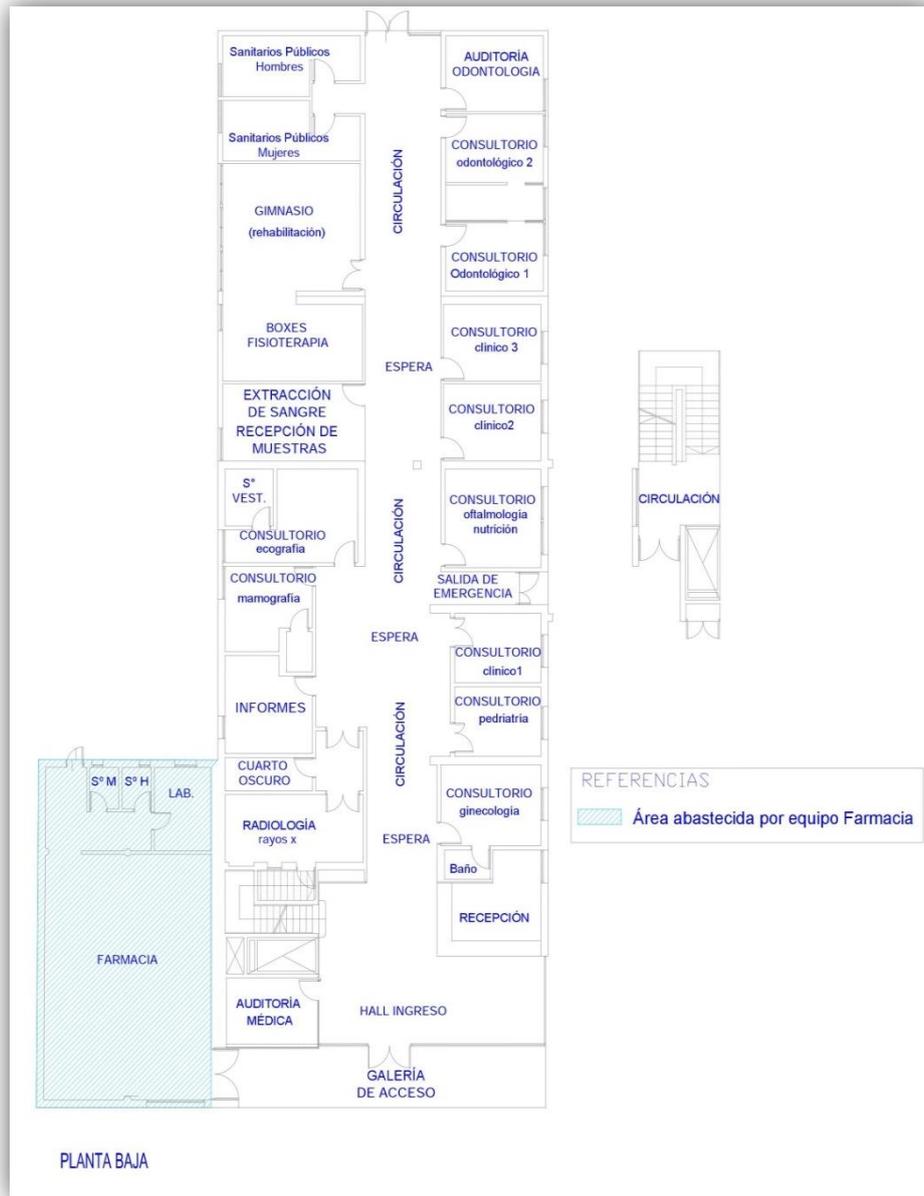


Figura 2-11. Área abastecida por equipo FARMACIA

El equipo Carrier TJDN120 abastece desde el hall de ingreso hasta el consultorio clínico número uno, cubriendo aproximadamente el 50% de planta baja. Esto puede verse en la siguiente imagen:

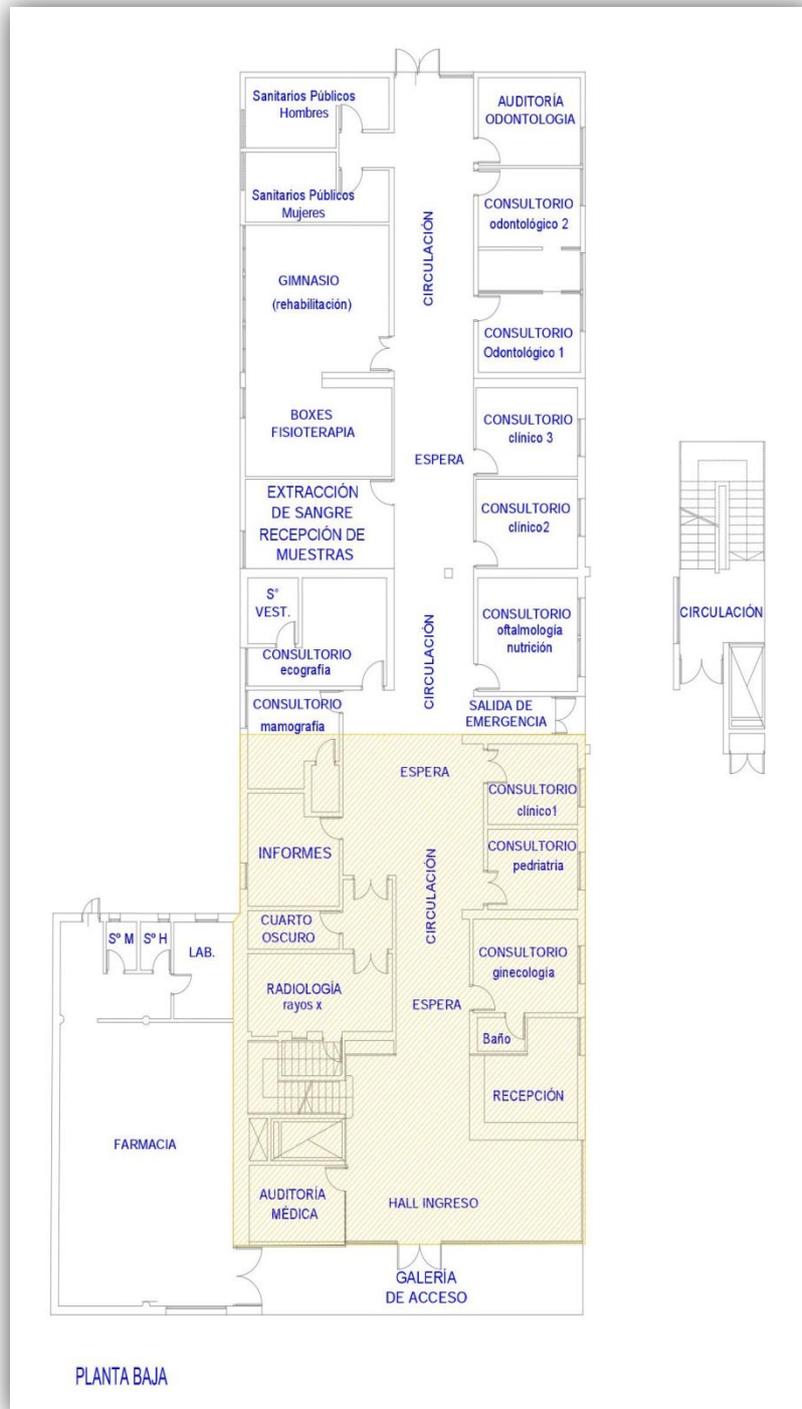


Figura 2-12. Área abastecida por equipo PB+PA 1 en Planta Baja

Además abastece, en planta alta, desde la sala de espera (identificada como estar), las oficinas de administración y coordinación, hasta la habitación de recuperación número tres, como se muestra a continuación.

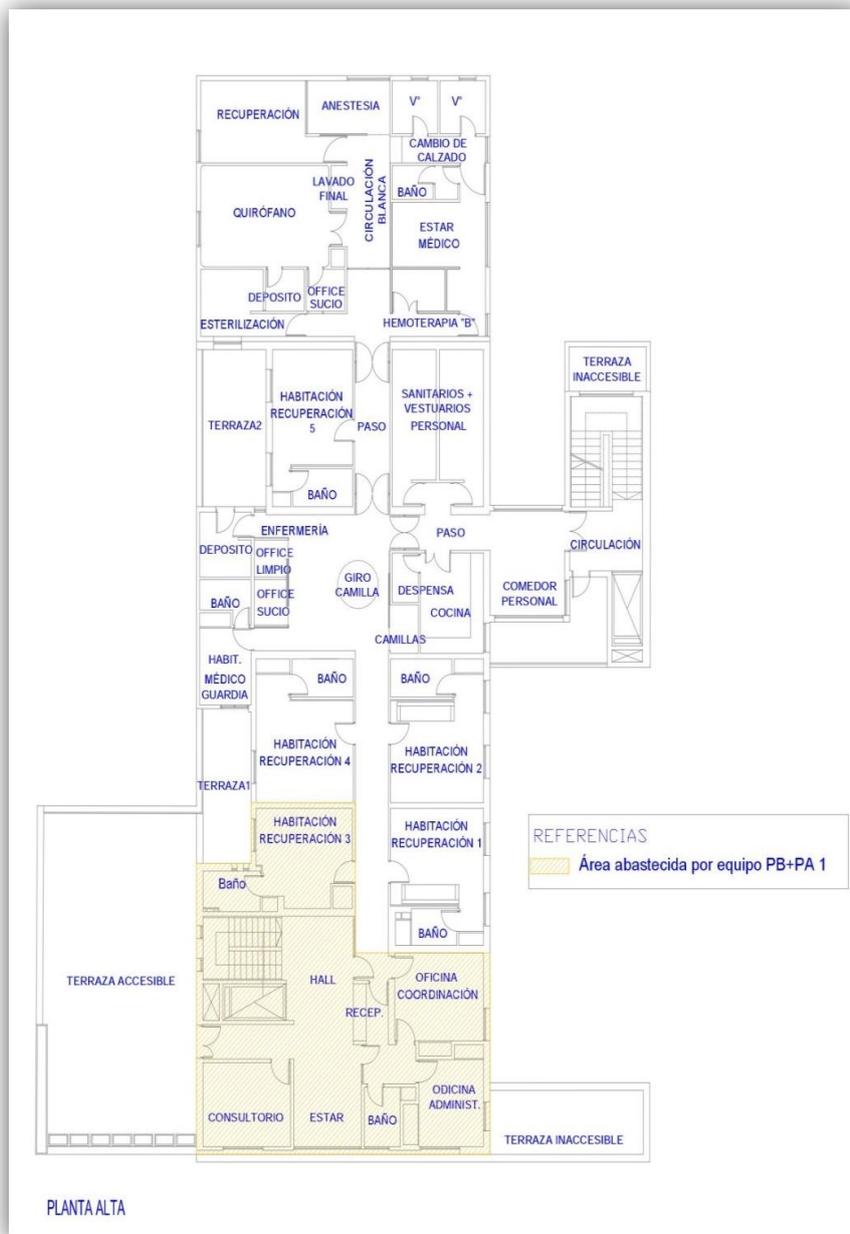


Figura 2-13. Área abastecida por equipo PB+PA 1 en Planta Alta

El equipo PB+PA2 abastece el 50% restante de la planta baja. En la imagen puede observarse que abarca desde el pasillo que lleva a la salida de emergencia, hasta la auditoría odontológica al este; y desde el consultorio de mamografía hasta los sanitarios públicos situados en el oeste del edificio:

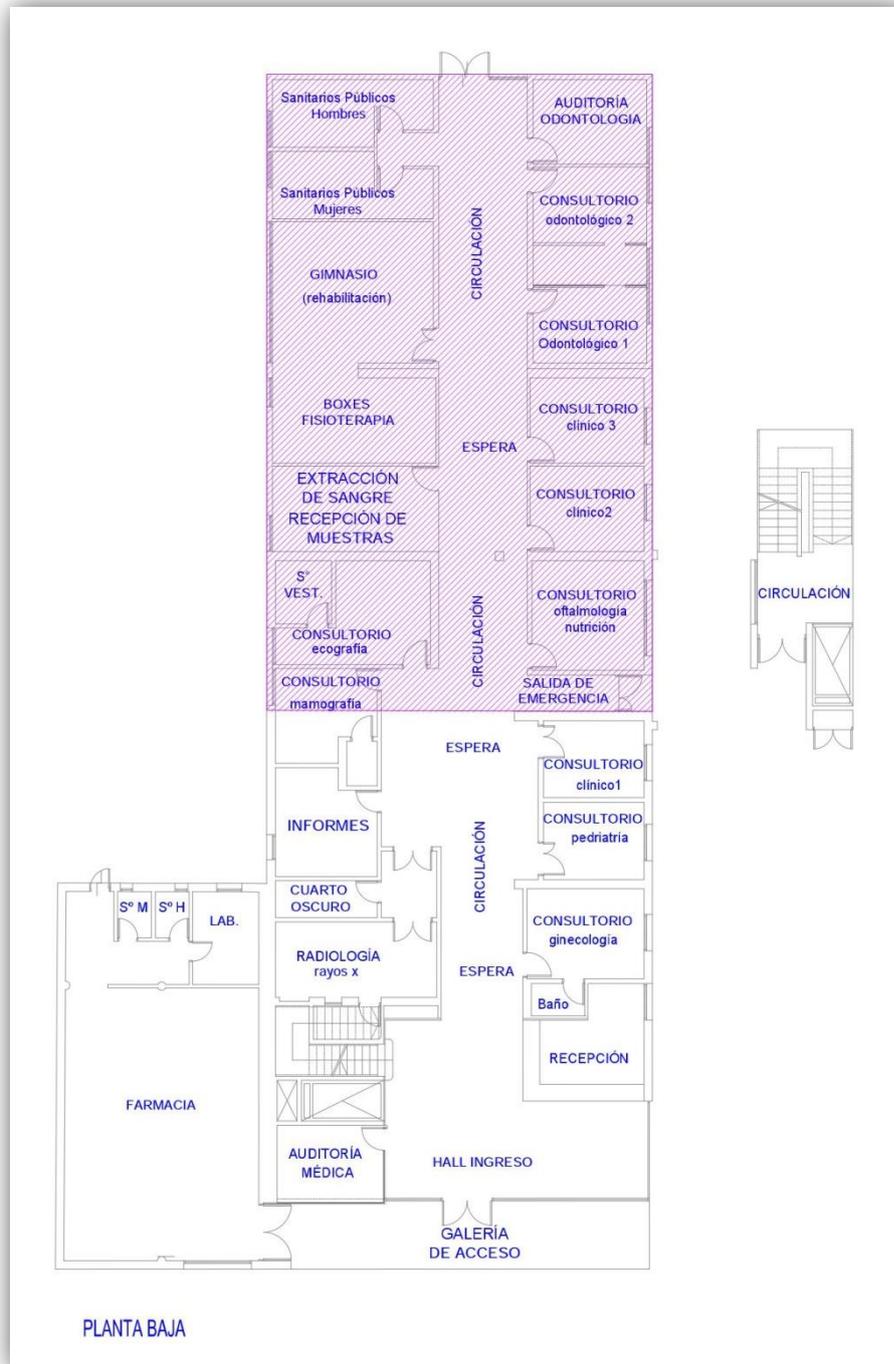


Figura 2-14. Área abastecida por equipo PB+PA 2 en Planta Baja

Además, acondiciona el aire de algunos sectores de planta alta como ser, las habitaciones de recuperación uno, dos, cuatro y cinco; todo el sector de vestidores y sanitarios para el personal, sector de enfermería, office y la cocina con sus depósitos y

almacén correspondientes. No incluye ni el comedor ni la circulación vertical. Esto puede verse en la siguiente figura:

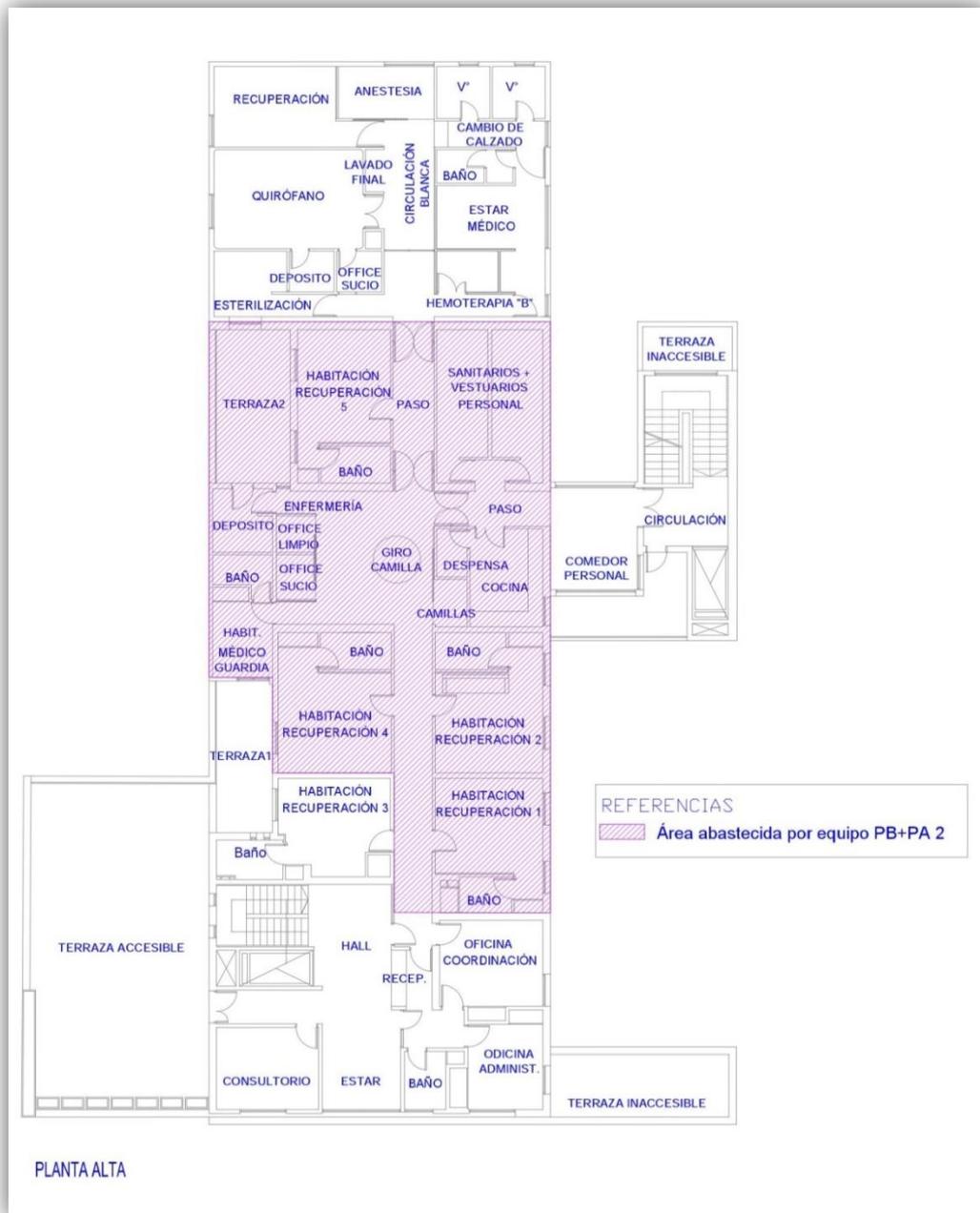


Figura 2-15. Área abastecida por equipo PB+PA 2 en Planta Alta

Por último se tiene el área abastecida por el equipo Quirófano, la cual abarca desde el sector de esterilización, hasta el quirófano y el estar de los médicos. Esta se muestra a continuación:

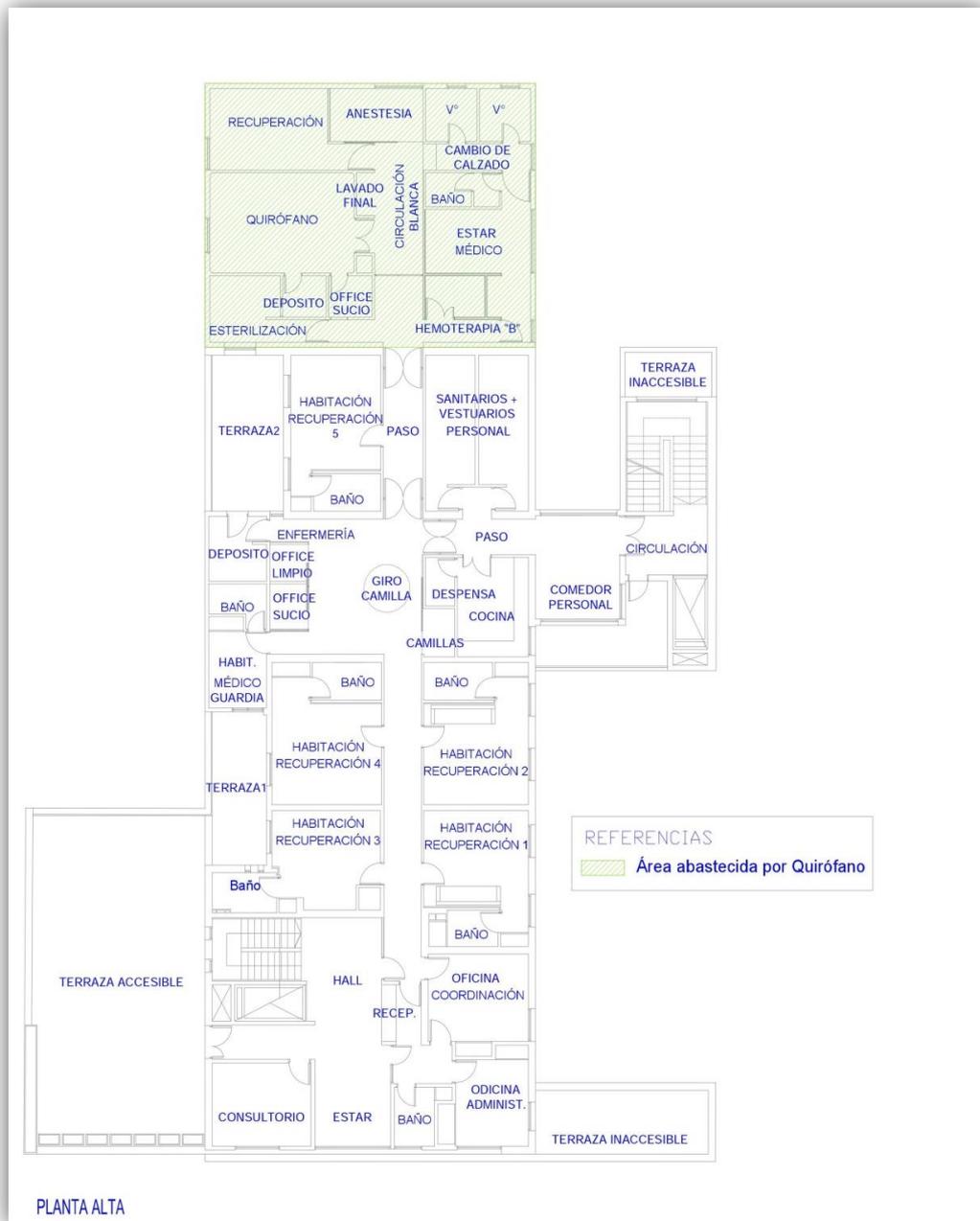


Figura 2-16. Área abastecida por equipo QUIRÓFANO

A continuación se adjunta un cuadro donde se muestran las áreas correspondientes a cada equipo:

EQUIPO	Áreas Cubiertas [m ²]		
	PB	PA	Total
FARMACIA	98,75	-	98,75
PA+PB 1	275,55	163,91	439,46
PB+PA 2	309,95	258,62	568,57
QUIRÓFANO	-	143,43	143,43

Tabla 2-2. Resumen áreas de cobertura de equipos Rooftop

Puede observarse que tanto el equipo PB+PA 1 como el PB+PA 2 son los que mayor superficie a climatizar cubren.

Ambos equipos funcionan en los horarios de atención al público el cual, como ya se dijo, es de 8 a 20 hs. El equipo Farmacia, por su parte, también funciona en el mismo horario pero el área abastecida es mucho menor, y se descarta su análisis ya que los resultados no serían representativos del funcionamiento general del edificio. Finalmente, el equipo Quirófano tiene una frecuencia de uso mucho menor, ya que se lo enciende únicamente durante la mañana, y sólo en caso de cirugía programada.

3. CAPÍTULO 3: DATALOGGUERS ONSET HOBO

Los dataloggers son dispositivos que sirven para registrar datos en el tiempo o en relación a la ubicación, por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente.

Para la realización del trabajo de investigación, y en colaboración del espacio otorgado en la empresa IMPIANTI S.R.L. se procedió a probar el funcionamiento de distintos tipos de dispositivos en las oficinas de la empresa, que describen a continuación:

- PASCO XPLOER GLX: son dataloggers que presentan distintos sensores externos que miden temperatura, velocidad de aire, humedad relativa y absoluta, presencia de contaminantes en el agua, ph de líquidos. Estos elementos, tras distintas pruebas realizadas, resultaron ser poco eficientes para la tarea que se debía realizar debido a su poca autonomía energética. Es decir que no podían realizarse mediciones mensuales, solo por unas horas.
- ONSET HOBO: son dataloggers que presentan sensores internos de humedad temperatura y punto de rocío. Se fijan ciertos parámetros para su utilización a partir de su software asociado "HoboWare". En las pruebas realizadas en las oficinas, pudo determinarse su buen comportamiento frente a las actividades que se querían realizar debido, principalmente, a su fácil instalación, gran autonomía y capacidad de memoria interna. A ello debe sumarse su facilidad de descarga e interpretación de los datos almacenados. Por estas razones fueron los dispositivos elegidos para realizar las mediciones.

3.1 Datalogguer Onset Hobo

Un registrador de datos, denominado "hobo", es un instrumento electrónico que registra mediciones a intervalos fijos durante un período de tiempo. En función del registrador de datos que se disponga, las medidas que pueden tomarse son: temperatura del aire, humedad relativa, corriente AC / DC, voltaje, presión diferencial, tiempo de uso, la intensidad de la luz, la temperatura del agua, nivel de agua, oxígeno disuelto, la humedad del suelo, la precipitación, la velocidad y dirección del viento; entre otros.

A continuación se muestra una imagen del dispositivo utilizado en este trabajo.



Figura 3-1. Dispositivo de medición Hobo

Los registradores de datos son dispositivos compactos, que funcionan con baterías equipados con un microprocesador interno, almacenamiento de datos, y uno o más sensores. Ellos pueden ser instalados en el interior, al aire libre, y bajo el agua, y pueden grabar datos de hasta meses a la vez, sin vigilancia.

Para el presente trabajo se optó por utilizar por los dispositivos disponibles en la Facultad, que son aquellos que únicamente miden temperatura y humedad relativa.

3.2 Usos del Datalogger Onset Hobo

Se utilizan en sistemas de Calefacción, ventilación y aire acondicionado con el objetivo de regular el confort térmico en el interior de los edificios , y mantener la calidad del aire adecuada mediante la circulación y la reposición de aire interior con aire fresco del exterior.

Para lograr un mejor rendimiento de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, a través del monitoreo con estos dispositivos se pueden identificar fallas o funcionamientos inadecuados de los sistemas permitiendo la corrección la mejora de la la eficiencia energética de los equipos.

Los registradores de datos HOB0 permiten un seguimiento preciso de las condiciones interiores, ayudando a profesionales de la construcción a diagnosticar problemas mecánicos, localizar fuentes que comprometen el confort perseguido, a mejorar el balance de ambientes interiores y cuidar los costos de energía.

3.3 Funcionamiento del Datalogger Onset Hobo

En primer lugar, el registrador de datos está conectado a una pc a través de una interfaz USB. A continuación, el software que acompaña el registrador de datos se

utiliza para seleccionar parámetros de registro (intervalos de muestreo, hora de inicio, etc.) y activar el registrador. El registrador es entonces desconectado y desplegado en el lugar deseado, donde registra cada medición y la almacena en la memoria junto con la hora y la fecha.

Tras el período de medición deseado, el registrador de datos se retira y se vuelve a conectar a la computadora por su interfaz. Utilizando nuevamente el software anterior. Se leen los datos mostrando las mediciones en forma de tablas o gráficos, tomando cada variable contra el tiempo según se desee.

3.4 Software: Hobo Ware

El software es utilizado para programar la medición y, posteriormente, descargar los datos medidos.

En primer lugar, se conecta el Hobo mediante una interfaz USB, pudiendo revisar su estado original para detectar la condición de batería y de memoria en la que se encuentra. Luego, se programa el equipo determinando variables como:

- La designación del equipo.
- Los sensores de registro, que registran las alarmas para alertar sobre puntos máximos y mínimos tanto de Temperatura como de Humedad relativa.
- El intervalo de registro.
- El modo de registro.
- Inicio de registro.
- Detención registro.
- Otras Opciones como conectar o desconectar la pantalla LCD para ahorrar batería.

A continuación se dispone el Hobo en el sitio donde se llevará a cabo la medición y, cumplido el plazo para el cual ha sido configurado, se descargan los datos obtenidos en la PC. El software muestra distintas curvas que representan temperatura, humedad relativa, punto de rocío. Las mismas también se expresan mediante tablas. Además, se pueden obtener medidas estadísticas como: media, varianza, desvío estándar para cada una de las tres mediciones recién mencionadas.

Una cualidad importante es que pueden exportarse todos los datos mencionados mediante tablas de Excel con la opción de “exportar”, lo cual permite operar de distintas formas y comparar resultados con los obtenidos con otros dispositivos.

En la siguiente imagen se puede visualizar el aspecto que tiene el HoboWare.



Figura 3-2. Software Hobo Ware

3.5 Mediciones

3.5.1 Limitaciones

Debido a que la facultad posee únicamente cuatro dispositivos Hobos, se procedió a la selección, en función de las áreas de cobertura y de la frecuencia de uso de los distintos equipos de acondicionamiento de aire, de los equipos que poseen mayor influencia en el funcionamiento habitual de la institución.

Los equipos seleccionados fueron:

- PB+PA 1: que abastece un área total de 439,46 m² incluyendo las zonas de planta baja y planta alta que cubre.
- PB+PA 2: que abastece un área total de 568,57 m² incluyendo también una porción de planta baja y otra de planta alta.

Ambos equipos de 8 a 20 hs de forma continua.

3.5.2 Programación de Hobos

Los equipos se programan utilizando el software antes mencionado, HoboWare. En primer lugar se definieron las fechas en las que se quieren realizar las mediciones. Para obtener una muestra representativa (de 30 días). En nuestro caso se estableció comenzar las mediciones a fines del mes de agosto y finalizarlas a fines del mes de septiembre.

A continuación se especifica detalladamente el proceso de configuración de todos los parámetros (que anteriormente se mencionaron) con los cuales se programaron los Hobos. En este caso se utilizará como ejemplo el Hobo N°3 que fue ubicado en una Reja de Retorno del equipo PB+PA 1, los restantes Hobos no se detallan, pero fueron configurados exactamente igual, cambiando únicamente su designación.

- Estado del Equipo: en la primera imagen se muestra la opción inicial para revisar el estado del equipo, y en la segunda imagen ya se muestra el estado propiamente dicho.

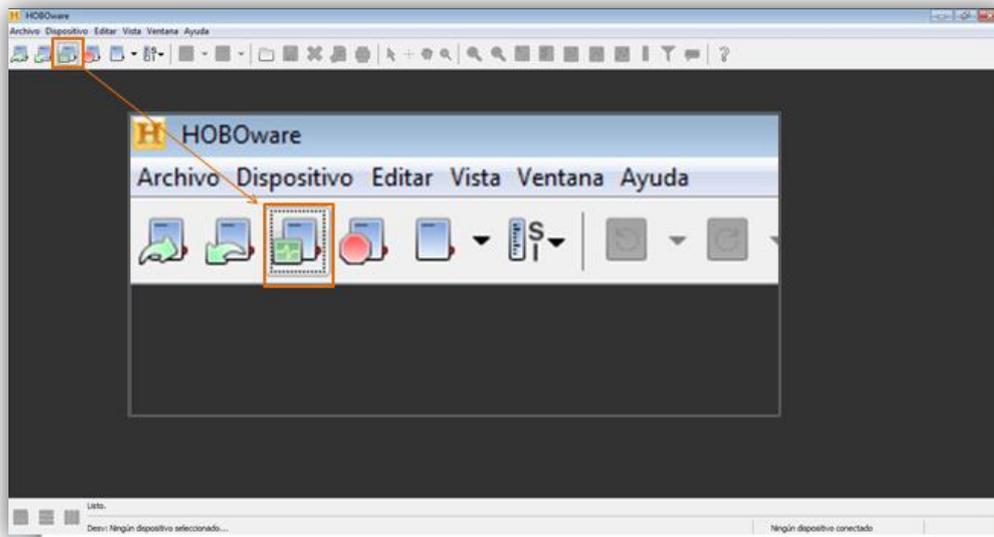


Figura 3-3. Opción "Revisar Estado" en HoboWare

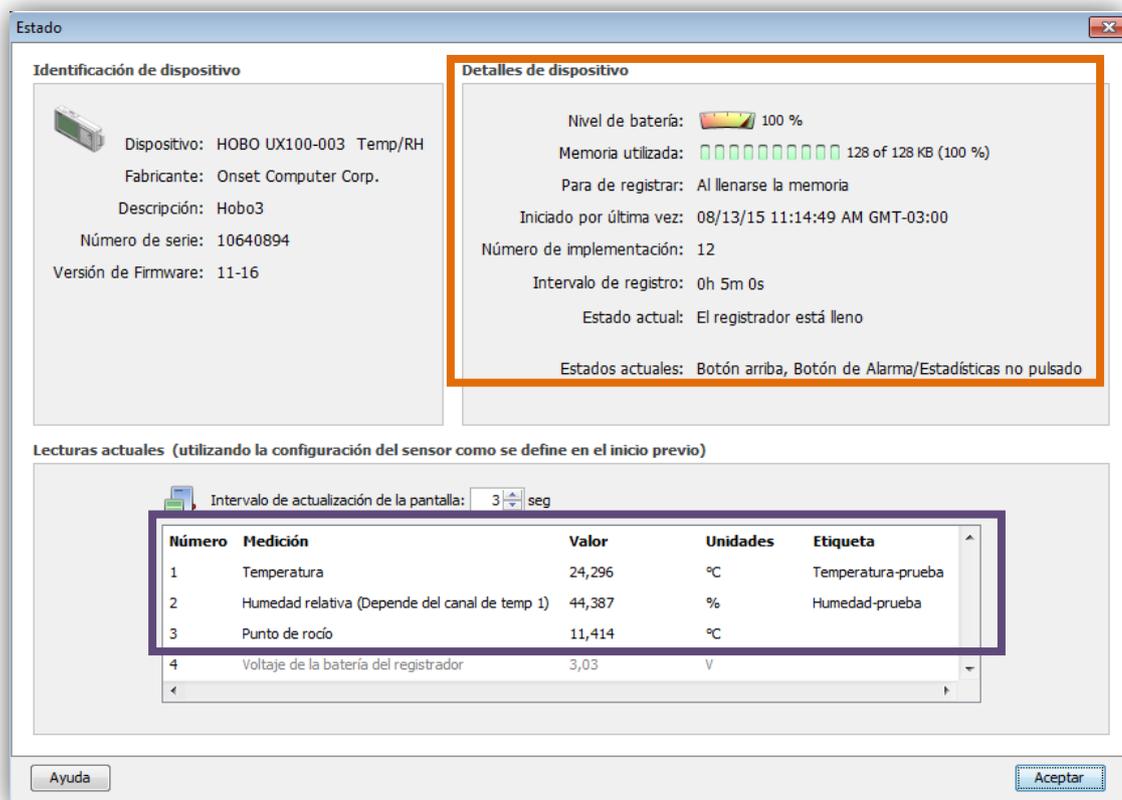


Figura 3-4. Estado inicial del Hobo N°3

En el recuadro naranja se muestra cuál es el estado inicial, se puede apreciar que el nivel de batería es del 100%, cuál es la memoria utilizada en ese momento, en este caso indica que está completa porque deben descargarse datos de algún uso anterior que puede haber quedado en la memoria del equipo. Se indica cuándo fue utilizado por última vez, cuántas veces ha sido utilizado, el intervalo de registro, en este caso dice 5 minutos y cuál es el estado actual de registro. Además indica qué botones del dispositivo están activados.

En el recuadro violeta pueden verse cuales son las medidas de temperatura, humedad relativa y punto de rocío que mide en ese momento el dispositivo.

- Iniciación dispositivo y designación del equipo

En la figura 3-5 se indica la opción de iniciar el dispositivo en la barra de menú del software.

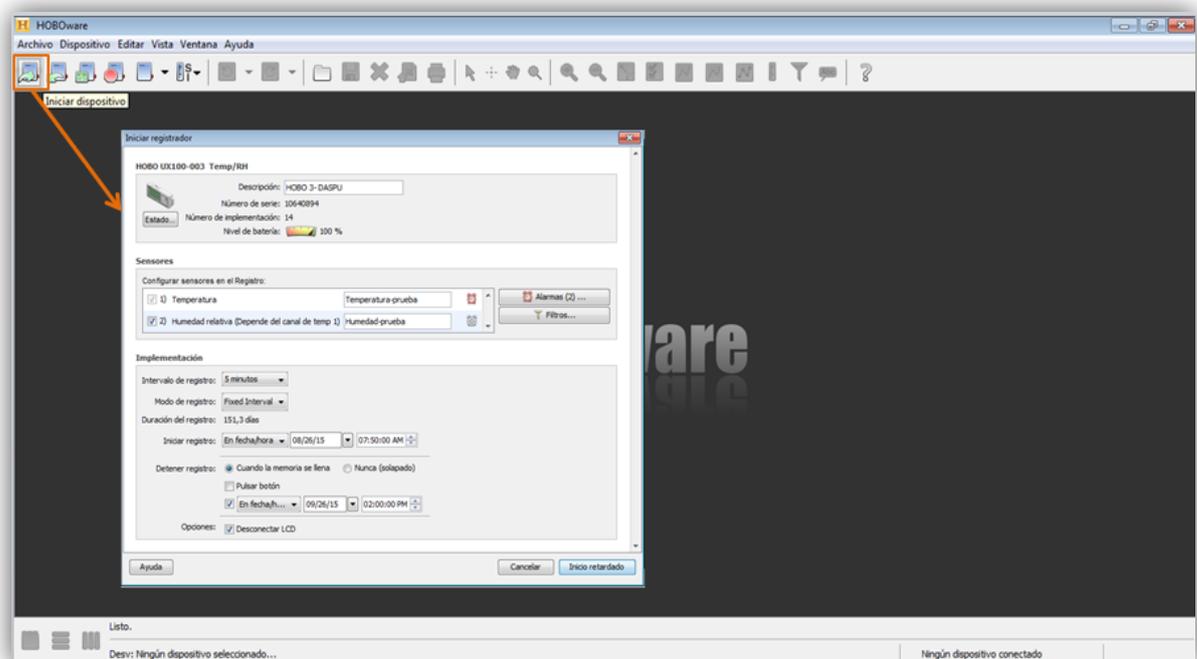


Figura 3-5. Opción "Iniciar Dispositivo" en Hobo Ware

En la figura 3-6 se muestra la ventana iniciar registrador y la designación del equipo.

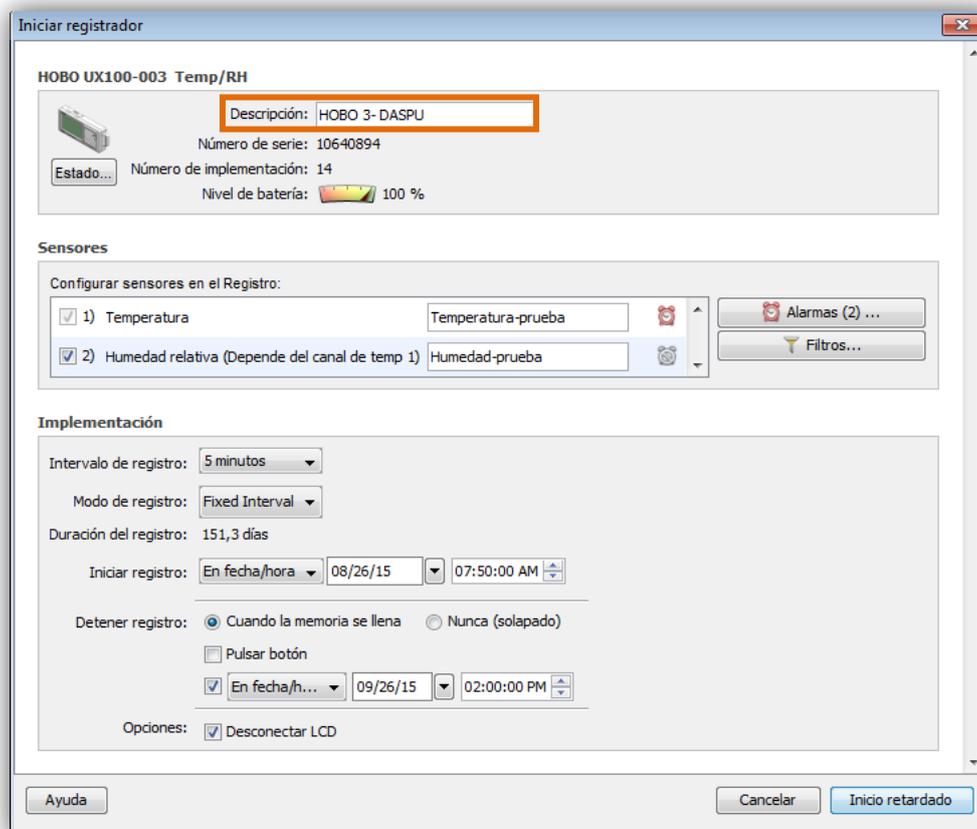


Figura 3-6. Designación Equipo

Una vez revisado el estado inicial del Hobo, se procede a su designación. En esta instancia es factible asignarle junto con el nombre, cuál será su ubicación. En el caso de este trabajo, primero se procedió a su programación, y luego a la determinación del lugar donde sería instalado, por lo cual no se le atribuyó ninguna ubicación.

- Los sensores de registro y sus respectivas alarmas se muestran a continuación.

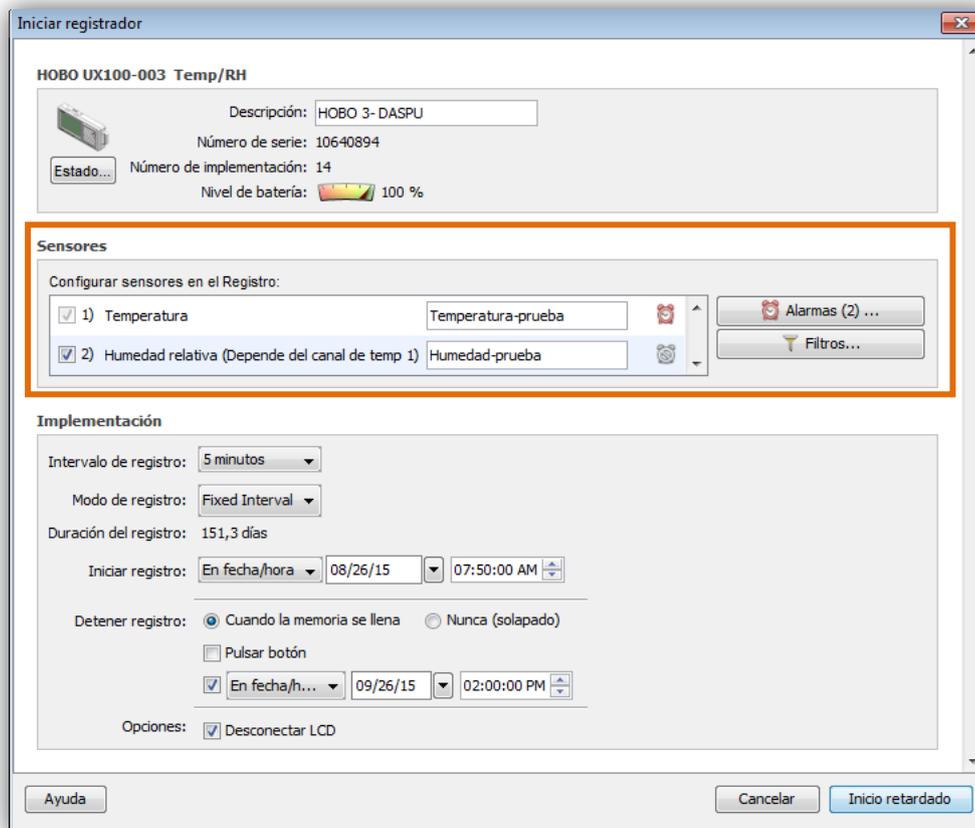


Figura 3-7. Sensores y Alarmas

Se establecen cuáles son los parámetros que quieren medirse, en el caso de análisis se seleccionan tanto temperatura como humedad relativa. Además se determinan las alarmas, cuya función es advertir cuando se detectan medidas fuera de los parámetros deseables, ya sea superando o estando muy por debajo de ciertos límites. Los instantes en los que se produzcan estos registros fuera del intervalo deseable se mostrarán luego en los gráficos al descargar los datos.

- Implementación

En la siguiente imagen se observan todas las variables a definir para la implementación del equipo.

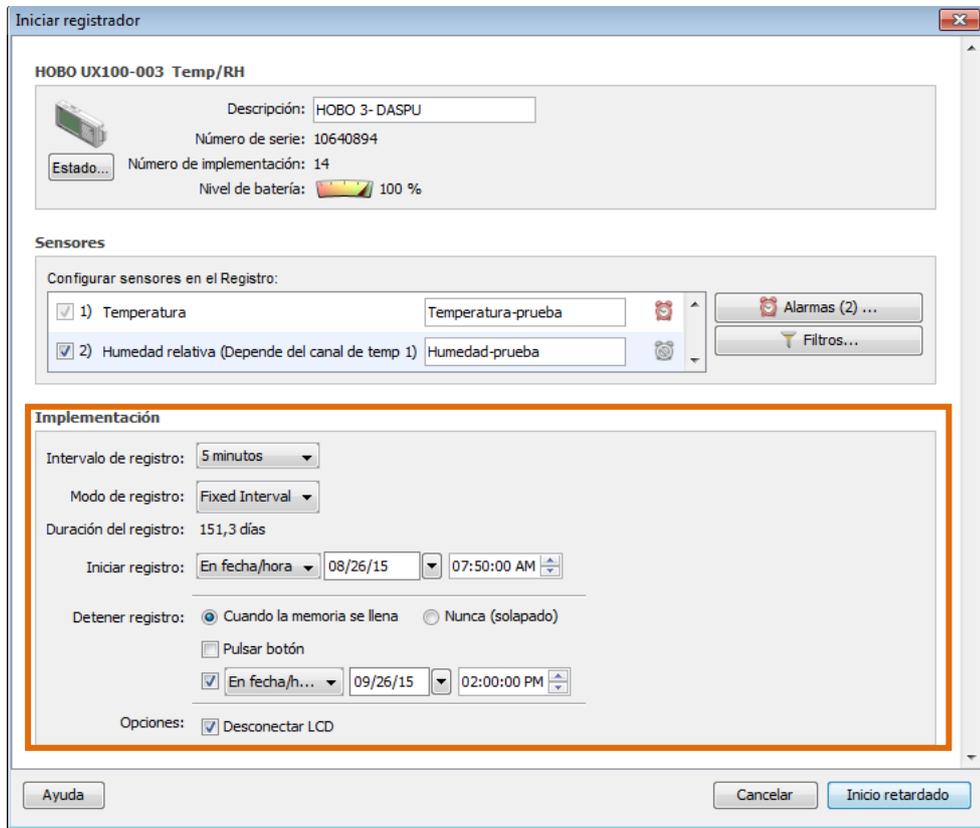


Figura 3-8. Programación Implementación

En la sección de implementación se establece, en primer lugar, cuál será el intervalo de registro. En este caso se estableció que un intervalo adecuado serían 5 minutos. Es decir que el dispositivo guardará datos de las variables a medir cada 5 minutos.

Luego se establece cómo se registrará. Entre las opciones, aparecen durante un intervalo continuo, registro únicamente de datos estadísticos o la opción “fixed interval” es decir intervalo fijo.

A partir del intervalo y el modo de registro el software indica cuantos días se podrán registrar datos en función de la batería y memoria disponibles. En este caso tiene la capacidad de medir 153,1 días. Debido a que solo se necesita que mida durante 30 días se tiene la garantía de que no se detendrá el registro para este proyecto.

Luego se establece cuándo será el inicio y el fin del registro. Se estipuló el 26 de Agosto de 2015 como el comienzo, y el 26 de Septiembre del mismo año como final de toma de datos.

Por último brinda la opción de desconectar el LCD del dispositivo para el ahorro de batería.

De esta forma concluye la programación de los Hobos y el siguiente paso es ubicarlos en su respectivo lugar de medición.

3.5.3 Instalación de dispositivos de medición

Los Hobos fueron instalados el día 26 de Agosto de 2015, para ello se procedió de la siguiente forma:

En primer lugar se realizó el análisis in-situ para reconocer el espacio de trabajo. El mismo consistió en recorrer las instalaciones ubicando los Rooftop situados en la terraza del edificio y luego las distintas rejas de inyección de aire y retorno del mismo. Como el objetivo principal es analizar el uso en planta baja, que es la zona de mayor actividad diaria, se buscaron las inyecciones y retorno los dos equipos que acondicionan el aire en dicha zona.

Para el equipo PB+PA 2, no hubo inconvenientes para encontrar inyecciones y retornos del sistema en PB, por lo que pudieron instalarse debidamente los dispositivos.

En las siguientes imágenes puede observarse la ubicación de los Hobos tanto en la reja de retorno como en los difusores inyectoros de aire, ambos componentes del equipo PB+PA 2.

La figura 3-9 muestra la ubicación del Hobo N°1 en el lado interno de la Reja de Retorno del pasillo de PB, correspondiente a al equipo PB+PA 2.



Figura 3-9. Hobo N°1 en el interior de la Reja de Retorno de equipo PB+PA 2

La figura 3-10 por su parte, muestra la ubicación del Hobo N°1 en lado externo de la Reja de Retorno del pasillo de PB, correspondiente a al equipo PB+PA 2.



Figura 3-10. Hobo N°1 en el exterior de la Reja de Retorno de equipo PB+PA 2

La figura 3-11 muestra la ubicación del Hobo N°2 en el difusor (inyección de aire) del pasillo de PB, correspondiente a al equipo PB+PA 2.



Figura 3-11. Hobo N°2 en Reja de Inyección de equipo PB+PA 2

En el caso del equipo PB+PA 1, se pudo reconocer las rejas desde donde se inyecta el aire, pero en una primera instancia no pudieron encontrarse los retornos. Por lo que se procedió a hacer un relevamiento exhaustivo de todas las rejas ubicadas en Planta Baja que están dentro del sistema del PB+PA 1, no pudiendo encontrar el retorno

entre las mismas. Por lo tanto, se optó por ubicar los Hobos en la oficina de administración en Planta alta. Esta posee una reja de inyección y una de retorno y, debido a que funciona acoplada al mismo sistema PB+PA 1, es una medida representativa del consumo que se tiene en el piso inferior.

En las siguientes imágenes pueden observarse los Hobos instalados en rejillas de Retorno e inyección en la oficina de administración, abastecida por el equipo PB+PA 1.

La figura 3-12 muestra la instalación del Hobo en lado Interno de la Reja de retorno en la Oficina de Administración correspondiente al equipo PB+PA 1.



Figura 3-12. Instalación de Hobo N° 3 en el interior de la Reja de Retorno de Oficina de Administración

La figura 3-13 muestra la instalación del Hobo en lado Externo de la Reja de retorno en la Oficina de Administración correspondiente al equipo PB+PA 1.



Figura 3-13. Instalación de Hobo N° 3 en el exterior de la Reja de Retorno de Oficina de Administración

La figura 3-14 muestra la instalación del Hobo en difusor en la Oficina de Administración correspondiente al equipo PB+PA 1.



Figura 3-14. Instalación de Hobo N°4 en Reja de Inyección de Oficina de Administración

La ubicación en planta de los cuatro Hobos instalados puede verse a continuación.

La figura 3-15 muestra la ubicación de los Hobos N°1 y N°2 en el pasillo de Planta Baja.

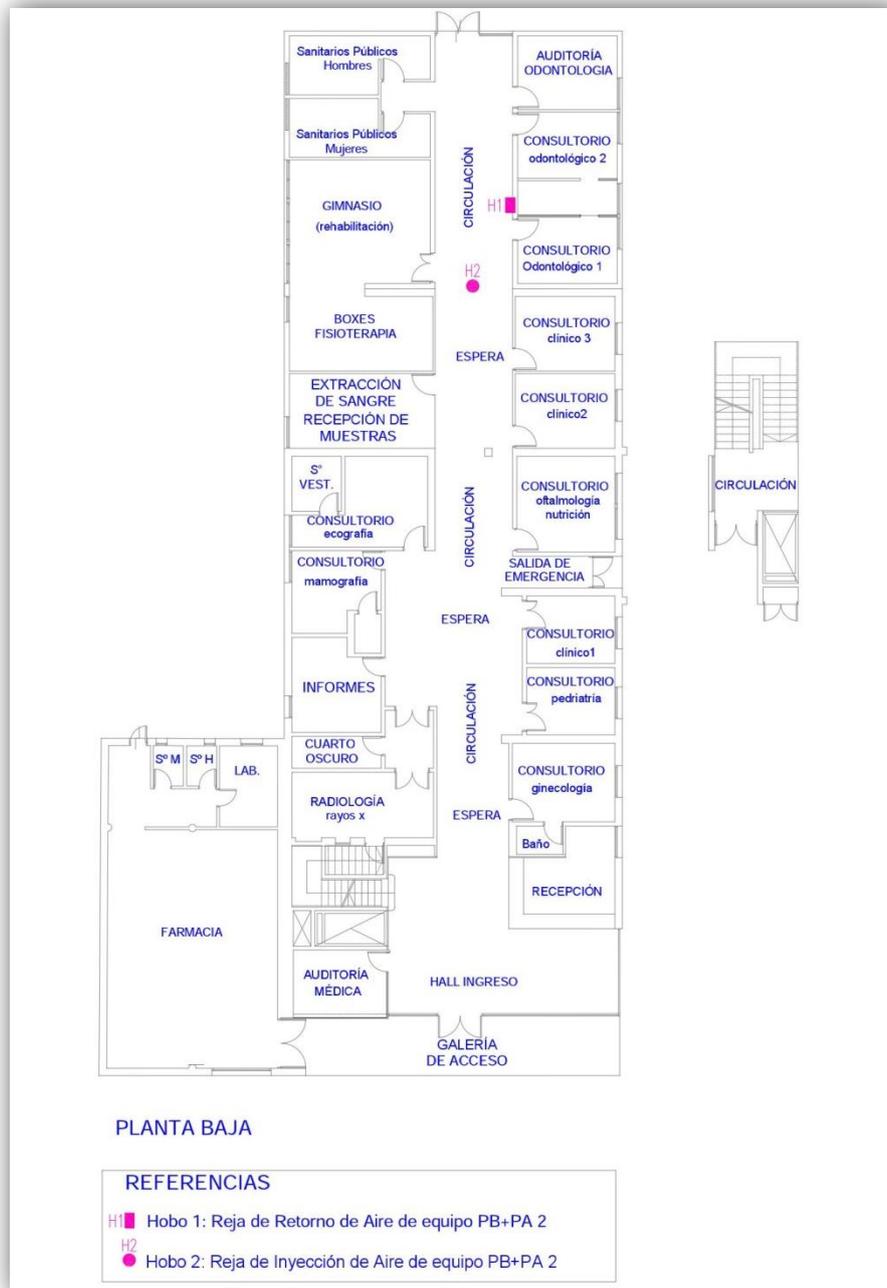


Figura 3-15. Ubicación Hobos N°1 y N°2

La figura 3-16 muestra la ubicación de los Hobos N°3 y N°4 en la oficina de administración en Planta Alta.

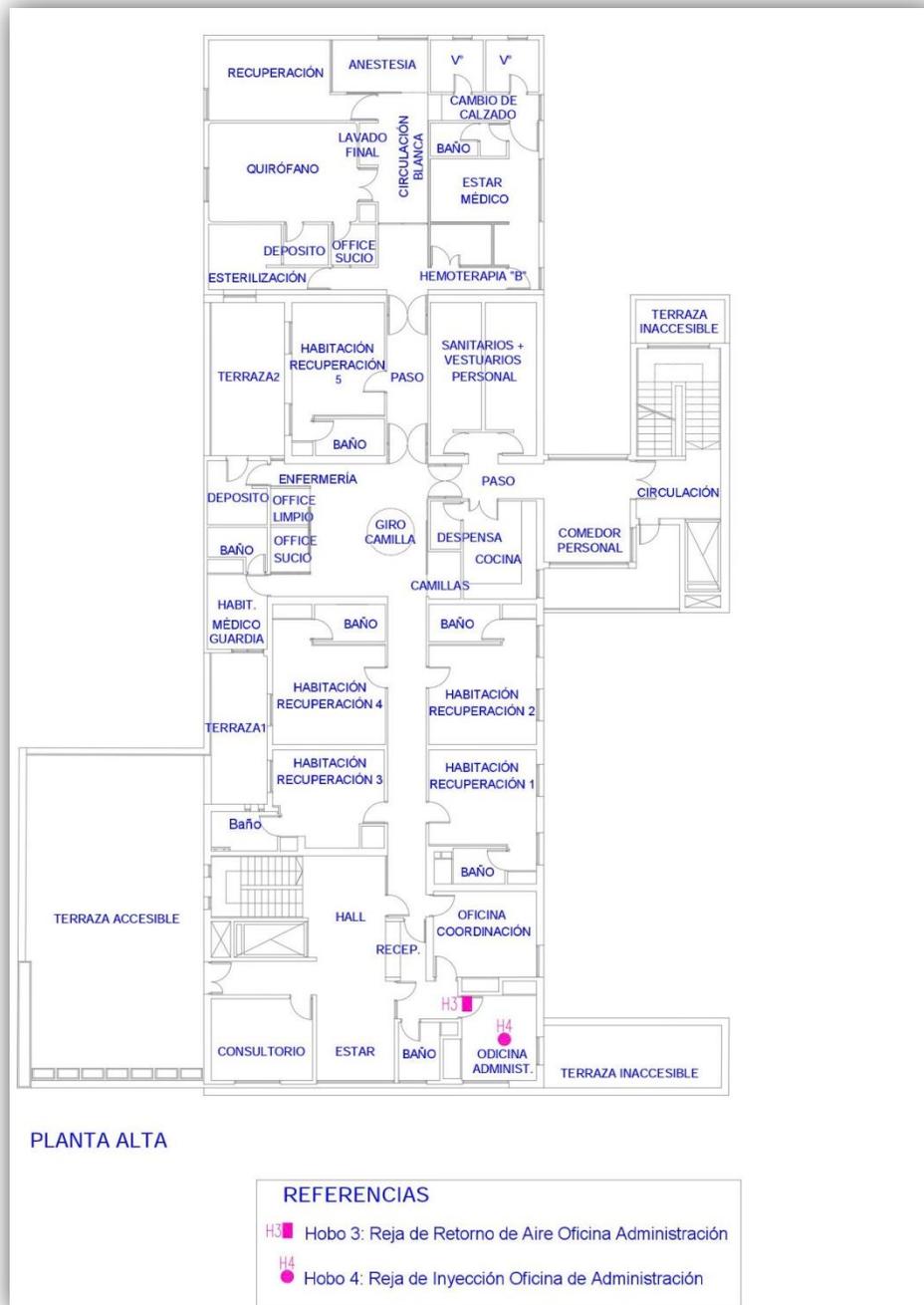


Figura 3-16. Ubicación Hobos N°3 y N°4

3.5.4 Control de mediciones

En los posteriores días a la instalación se realizaron visitas semanales para verificar el adecuado funcionamiento de los equipos, el nivel de batería, su ubicación, el estado de la memoria y que no hayan sufrido daños ante la presencia permanente de personas.

3.5.5 Descarga de datos de medición

Cumplido el plazo durante el cual se realizó el registro de datos, ya puede procederse a la descarga de los mismos utilizando el software HoboWare.

En la figura 3-17 se observa la selección de la opción para la lectura de dispositivo y se muestra en pantalla la configuración de trazado. En ella deben seleccionarse las variables que se desea mostrar en el gráfico, y los eventos que se puedan haber presentado durante la medición, como alguna parada repentina o el punto de final de registro.

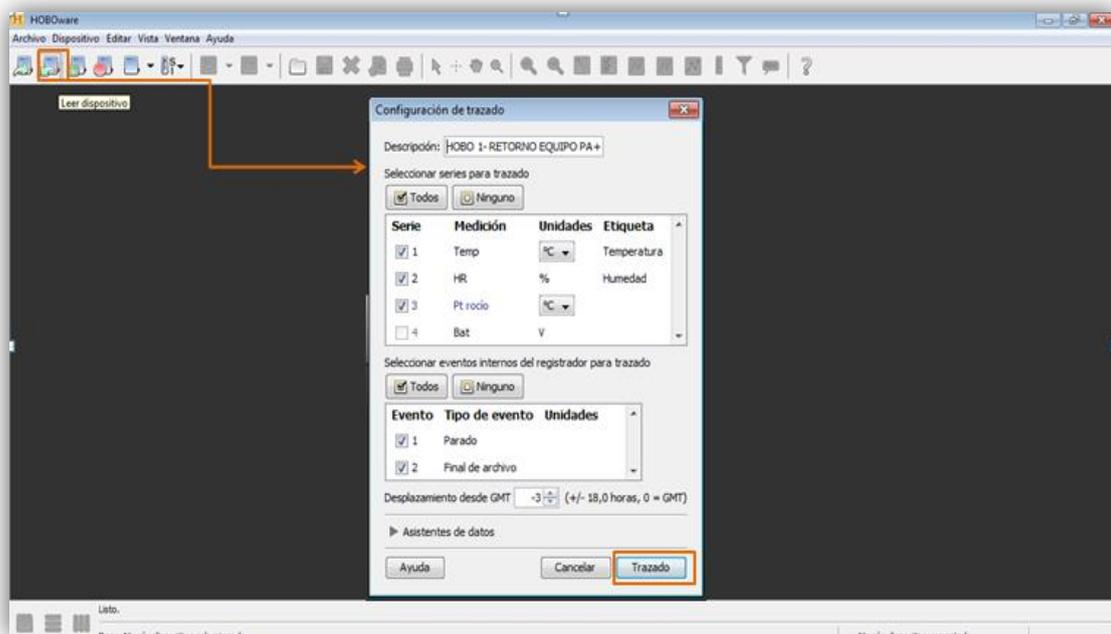


Figura 3-17. Lectura de datos desde Software

En la figura 3-18 puede visualizarse la forma en la que el software realiza la lectura de datos. En primer lugar muestra una tabla con la totalidad de las mediciones registradas durante el período de medición, en este caso es un mes. Luego a la izquierda de la imagen se muestran datos puntuales de cada variable (temperatura, humedad relativa y punto de rocío) como las estadísticas obtenidas, número de muestras, media, varianza, desvío estándar, inicio y finalización de los registros, entre otros.

Luego puede visualizarse el gráfico con las tres variables analizadas. Se tienen dos ejes de ordenadas. El de la izquierda muestra temperaturas en unidades de °C y el de la derecha muestra humedad relativa medida en porcentaje. El eje de abscisas por su parte muestra las fechas y horarios en de registro.

Finalmente, pueden observarse las distintas series correspondientes a las variables medidas dentro del gráfico.

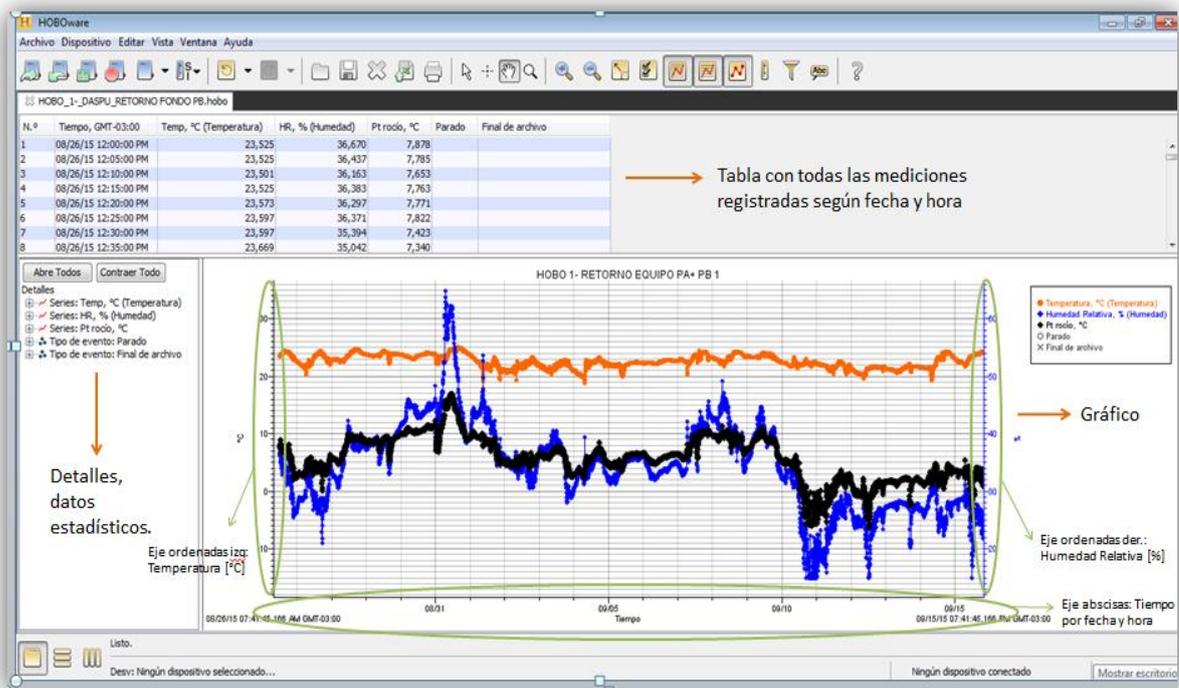


Figura 3-18. Vista ejemplo de la lectura de datos usando HoboWare

3.5.6 Resultados gráficos obtenidos para los cuatro dispositivos instalados

En las siguientes hojas se presentan los resultados de las lecturas obtenidas para los cuatro Hobos instalados. En ellos pueden apreciarse los mismos parámetros indicados en la imagen anterior (figura 3-18). Puede observarse como varía el comportamiento de las distintas curvas entre un dispositivo y el otro. Siendo el comportamiento más uniforme en los Hobos correspondientes al pasillo de Planta Baja; y más discontinuo y con picos pronunciados de temperatura, humedad y punto de rocío en el caso de la Oficina de Administración.

Esto puede deberse a que la oficina de administración es una superficie mucho menor y está más afectada por la apertura o no de su puerta de ingreso o de sus ventanas, ya que puede haber una mayor densidad de personas al ser menor el espacio, y el nivel de exposición al sol, entre otros motivos.

Resultados gráficos para el Hobo N°1 ubicado en el la reja de retorno de Planta Baja:

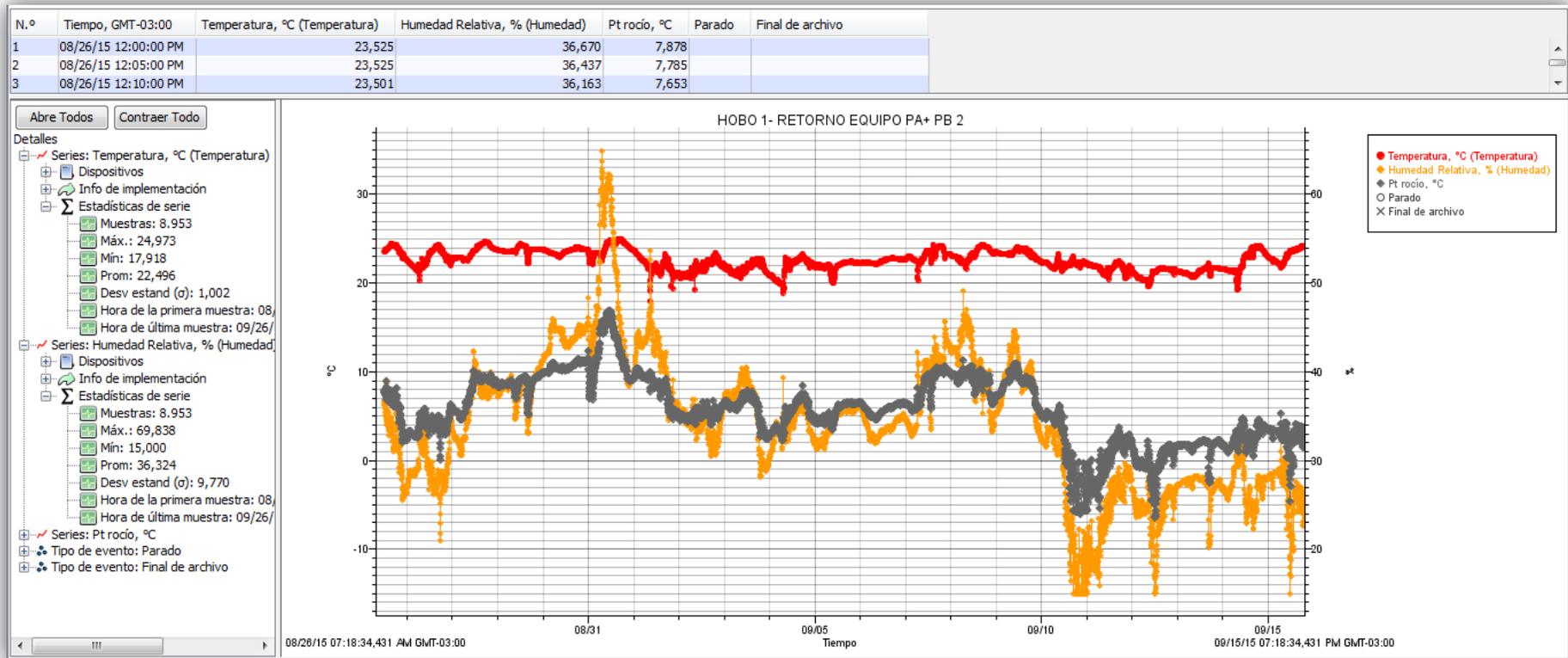


Figura 3-19. Resultados Hobo N°1 en Retorno de Aire en Planta Baja

Resultados gráficos para el Hobo N°2 ubicado en el difusor de Planta Baja:

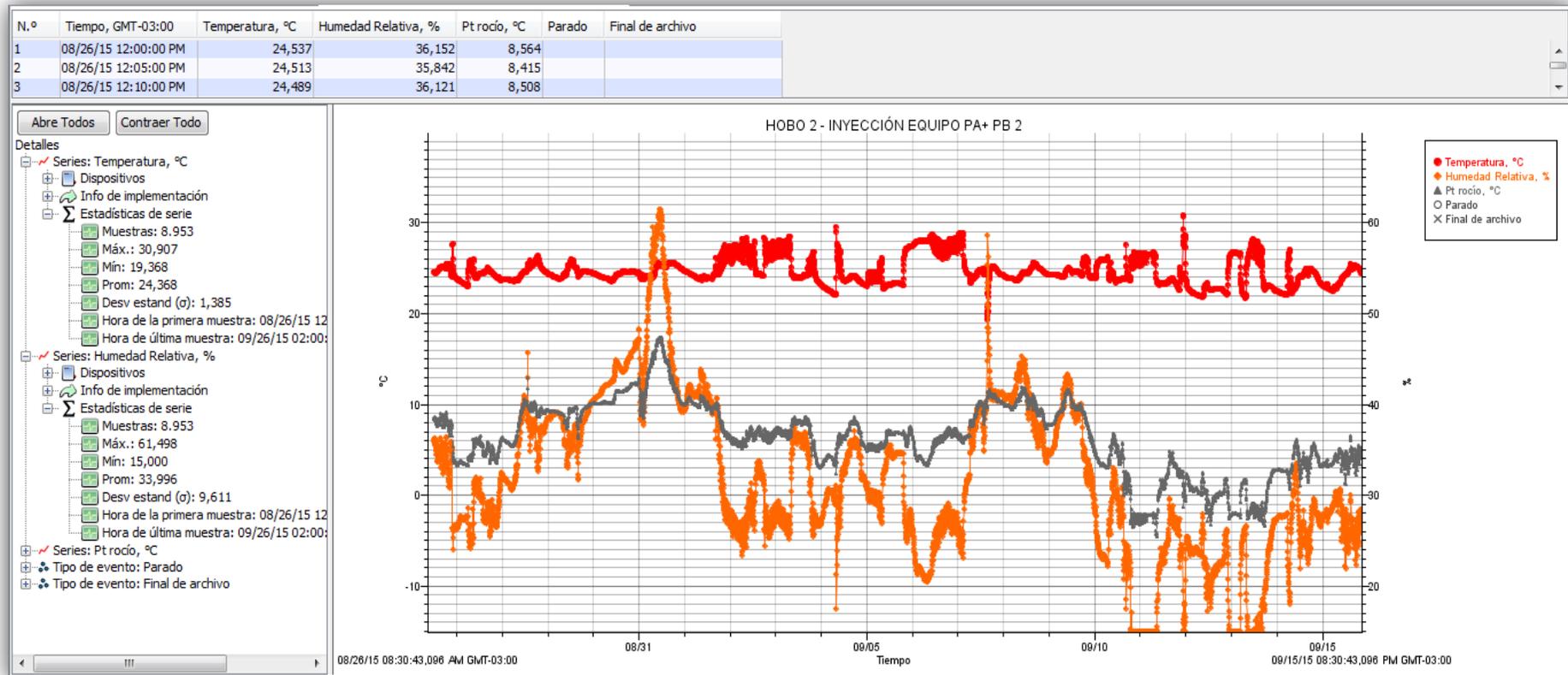


Figura 3-20. Resultados Hobo N°2 en Inyección de Aire en Planta Baja

Resultados gráficos para el Hobo N°3 ubicado en la reja de retorno de la Oficina de Administración:

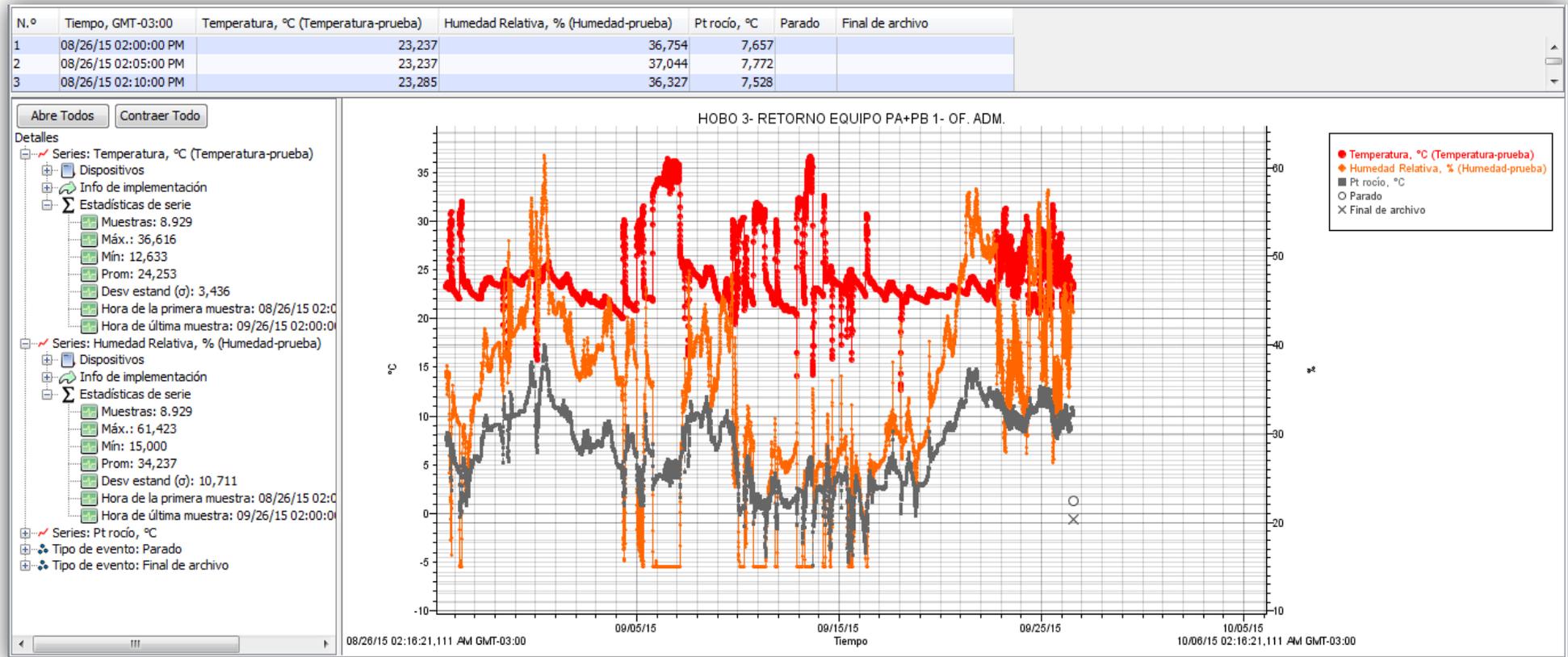


Figura 3-21. Hobo N°3 en Retorno de Aire de Oficina de Administración

Resultados gráficos para el Hobo N°4 ubicado en la reja de inyección de la Oficina de Administración:

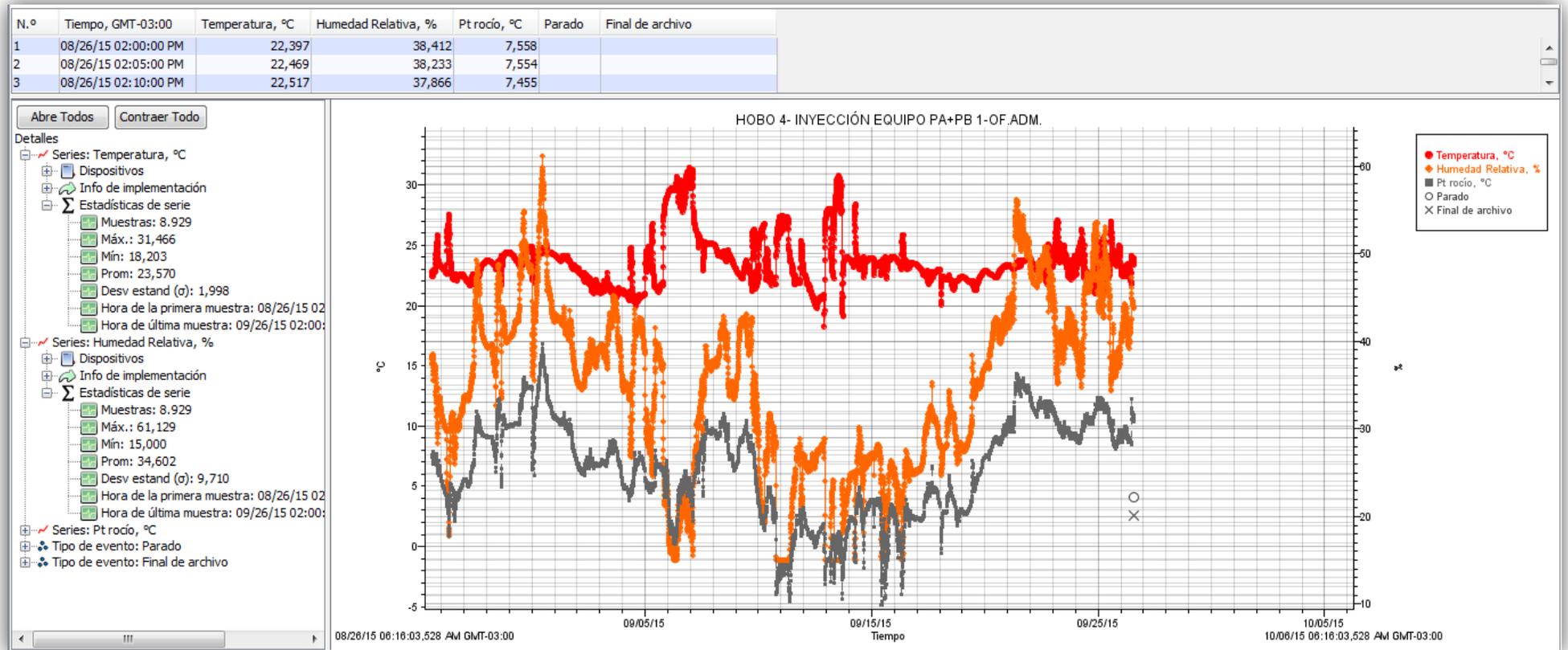


Figura 3-22. Hobo N° 4 Inyección de Aire en Oficina de Administración

Debe destacarse que los resultados mostrados anteriormente son, únicamente, la representación gráfica y estadística de las mediciones realizadas. En el extremo derecho superior de cada imagen se observa la tabla que arroja el total de las mediciones para cada dispositivo. Estas suman un número demasiado elevado y por cuestiones de espacio no se adjuntan a este informe, por lo que será válido interpretar solamente las medidas estadísticas y gráficas arrojadas por el programa.

4. CAPITULO 4: ENERGY PLUS

En este capítulo se realiza un resumen del trabajo ya realizado por el Ing. Santiago Ferreyra en el trabajo de investigación denominado “SIMULACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIOS” que consiste en la primer parte de la investigación sobre “Eficiencia energética en edificios” realizada por la cátedra de Instalaciones en Edificios II.

Se tomarán aquellos resultados arrojados por la simulación que serán de utilidad para este trabajo en función del objetivo principal del mismo.

Se realiza un breve resumen del funcionamiento del software de simulación energética, con sus programas asociados como el Scketch up y Open Studio. Y luego se muestran los resultados que serán utilizados posteriormente.

4.1 Definición y resumen del funcionamiento de Energy-Plus

Es un motor de cálculo de calefacción y refrigeración de cargas necesarias para mantener ciertos puntos de control térmico para sistemas HVAC (heating, ventilating, and air conditioning).

En primer lugar se debe realizar un estudio exhaustivo del edificio, ingresando variables como el clima exterior, su localización y emplazamiento, la envolvente del edificio, que incluye todos los datos constructivos referidos a cerramientos y materiales de construcción. También deben detallarse el tipo y tiempo de uso que se le da a los distintos ambientes o zonas termales como los define el software, las cargas térmicas debido a la ocupación humana y a las instalaciones y equipos que se encuentran en cada zona termal, y por último se ingresan las características técnicas de todos los equipamientos asociados a la calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire.

En segundo lugar se realiza la modelación del edificio en el software Sketch Up, al cual se le instala el plug in Open Studio que facilita la creación de la volumetría y edita la geometría de la construcción utilizando los datos antes ingresados en el Energy Plus.

Por último se procede a la corrida del programa, el cual arroja múltiples resultados como pueden ser:

- Gráficos y tablas de consumo de electricidad según: las distintas zonas termales, sistemas de refrigeración, calefacción, sistemas de bombeo, ventilación, equipamiento interior, iluminación interior.
- Gráficos y tablas de consumo de Gas Natural según: las distintas zonas termales, sistema de agua, calefacción y equipamiento interior.
- Gráficos y tablas de Temperatura y Humedad de las distintas zonas termales mostrando su variación a lo largo del tiempo de simulación.

4.2 Ingreso de variables características del edificio de DASPU

Como se mencionó al principio del capítulo, el ingreso de variables y la modelación del edificio de DASPU del barrio Cofico ya han sido realizadas en un trabajo anterior. De esta forma en el presente sólo se trabajó directamente se tomando dichos resultados para realizar una posterior comparación con los obtenidos mediante mediciones utilizando Hobos.

Sin embargo, debe destacarse que se utilizó un Archivo Climático (Weather File) para indicar el Clima exterior. En este caso, como el edificio se encuentra en la ciudad de Córdoba, se cargó 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 en la página web del laboratorio nacional de energías renovables de EEUU, NREL.

Por otro lado, es importante mencionar que la corrida del Energy Plus ha sido modificada en dos aspectos para este estudio:

- Se limitó la simulación para el período de tiempo de 30 días, entre el 26 de Agosto y el 26 de Septiembre de 2015, debido a que los resultados obtenidos para dicho lapso son los que se comparan con las mediciones captadas con los Hobos. En el trabajo anterior, la simulación había sido realizada para un período de un año.
- Los únicos resultados que interesa obtener, para el fin de este informe, son los referidos a Temperatura ambiente, variable medida por los Hobos. Por lo tanto no resulta necesario utilizar los gráficos y tablas referidos al consumo de energía eléctrica y gas natural del edificio.

4.3 Modelación y zonas termales analizadas

En el trabajo anteriormente realizado, se graficó la volumetría del edificio de DASPU acorde a lo establecido en los planos.

En la siguiente figura puede observarse dicha volumetría.



Figura 4-1. Modelación edificio DASPU

Para la simulación, resulta necesario establecer las distintas zonas termal las cuales pueden representar a un 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.

En el modelo ya se encuentran asignadas las distintas zonas termal, que por cuestiones de simplificación, se han asignado como una zona termal a cada local.

Estas pueden observarse a continuación.

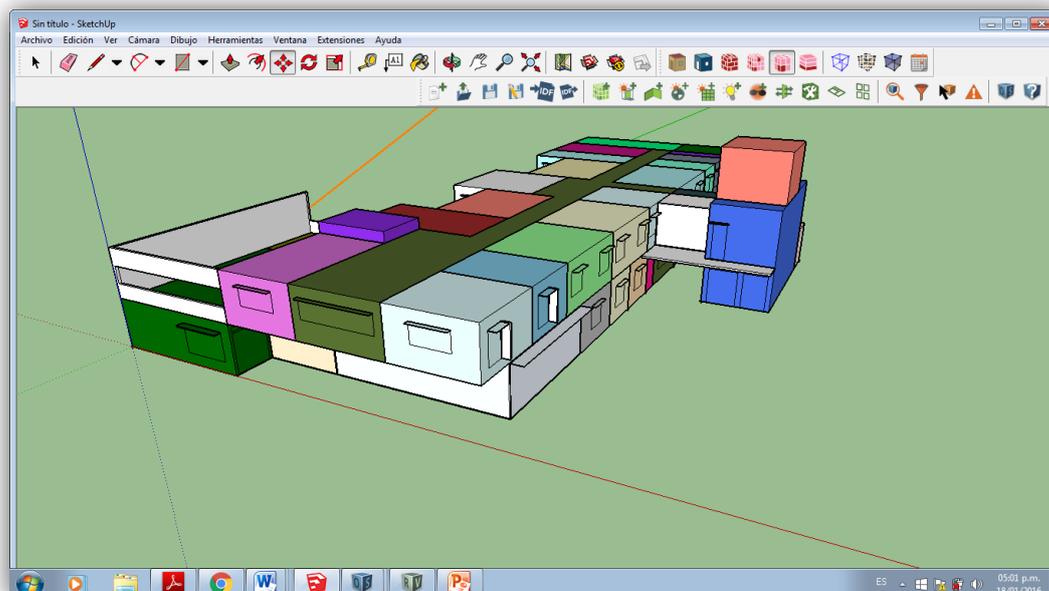


Figura 4-2. Volumetría representada por zonas termal

Resulta importante identificar las dos zonas termales que representan el pasillo de Planta Baja y la Oficina de Administración en planta alta, espacios donde se procedió a tomar mediciones.

Según el software, el pasillo de planta baja está asignado como Zona Termal N°8, identificada con el color fucsia en la figura 4-3.

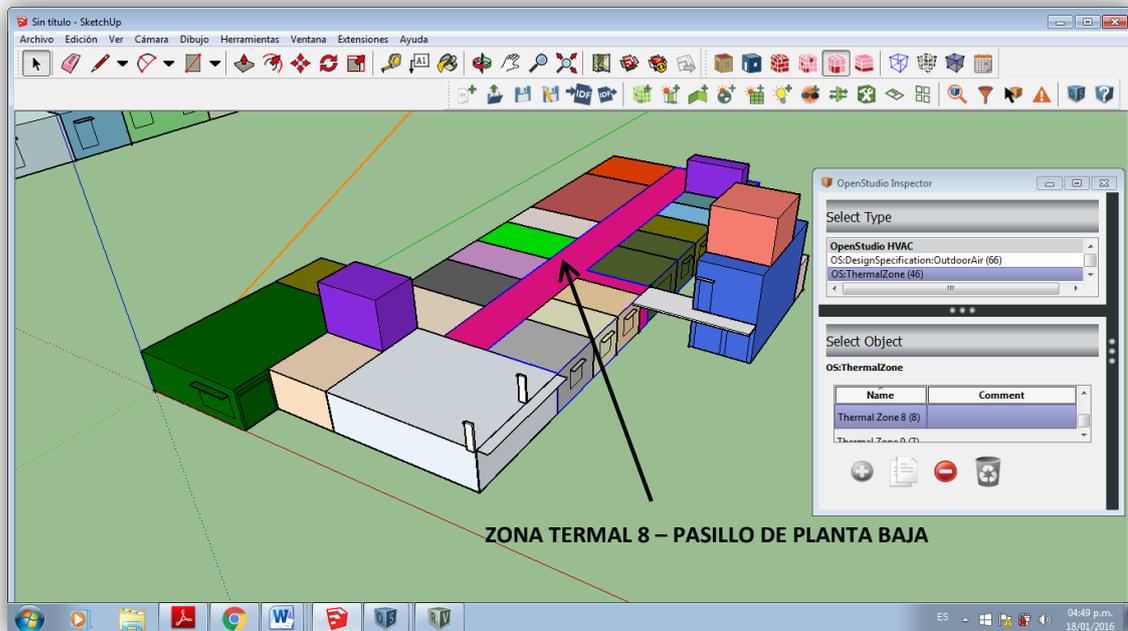


Figura 4-3. Zona Termal N° 8- Pasillo de Planta Baja

Puede observarse que la zona termal N°8 coincide con la ubicación de los Hobos N° 1 y 2.

La oficina de administración, por su parte, se ve representada en el modelo como la zona termal N°27 de color blanco en la figura 4-4.



Figura 4-4. Zona termal N° 27-Oficina de Administración en Planta Alta

La cual coincide con la ubicación de los hobos N° 3 y 4.

4.4 Simulación mediante Energy Plus para las Zonas Termales N°8 y N°27

Como se dijo anteriormente, el software arroja resultados sobre el consumo de electricidad y gas natural además de los asociados a temperatura y humedad ambiente. Pero en este caso, se comparará únicamente la temperatura ambiente arrojada por la simulación con las temperaturas de los retornos de aire en los ambientes estudiados.

Es válido aclarar que se toman únicamente las mediciones en los retornos, ya que representan la temperatura en el ambiente.

A continuación se muestran los gráficos dados por la simulación para las dos zonas termales seleccionadas.

Como en lo sucedido con los resultados obtenidos por los Hobos, se observa un comportamiento más caótico y menos uniforme en la Oficina de Administración que en el pasillo de planta baja. Esto puede representar un indicio para indicar que la modelación del software es aproximada a la situación real.

Gráfico arrojado por el Energy Plus que representa la simulación de temperaturas en la Zona termal N°8.

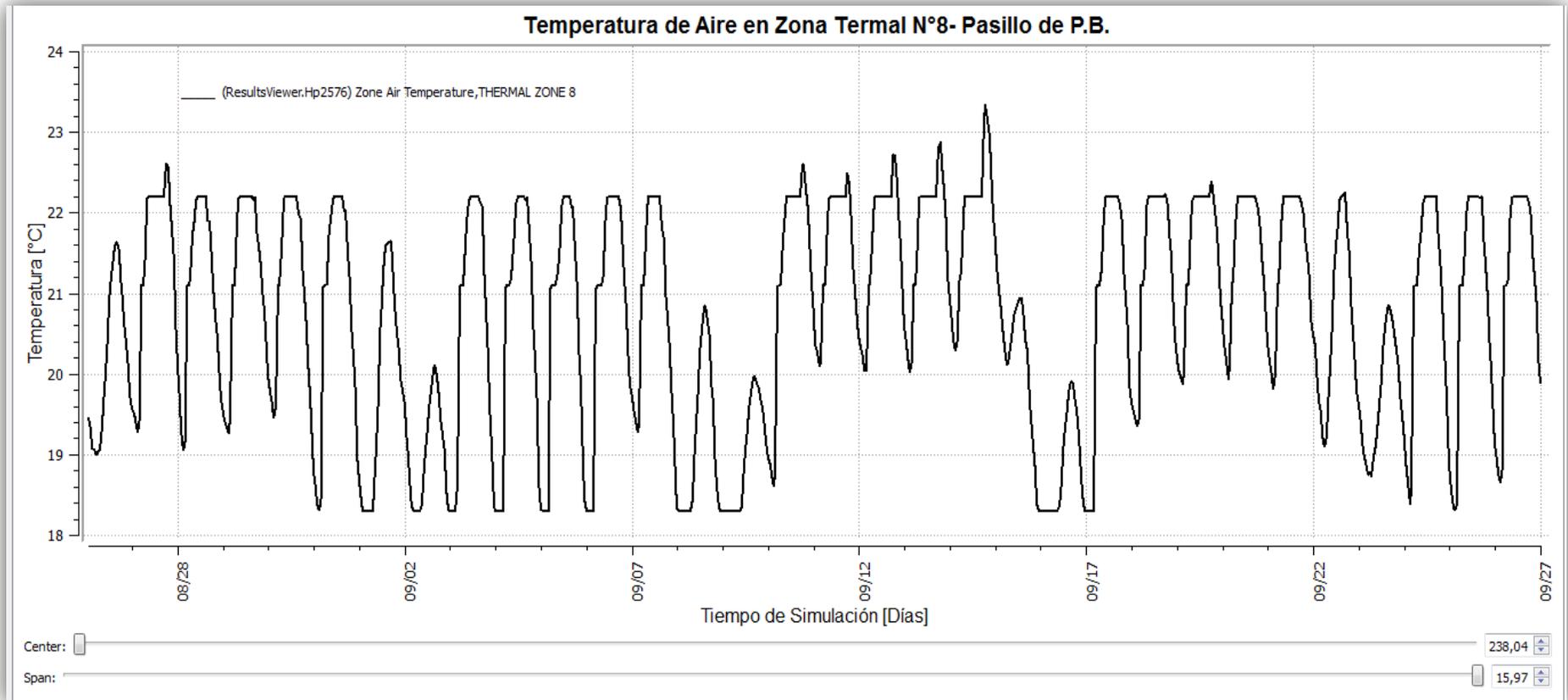


Figura 4-5. Temperatura Zona Termal N° 8 según Energy Plus

Gráfico arrojado por el Energy Plus que representa la simulación de temperaturas en la Zona termal N°27.

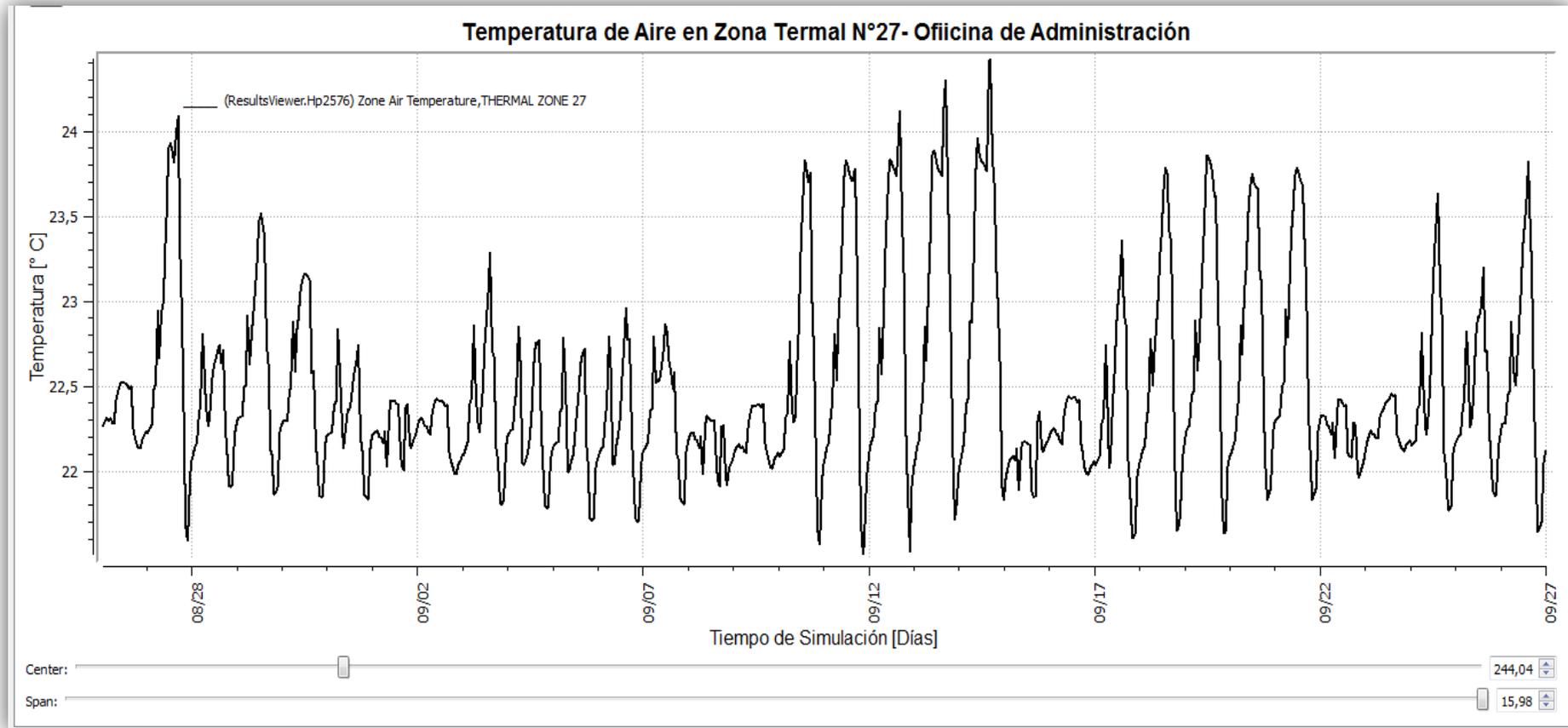


Figura 4-6. . Temperatura Zona Termal N° 27 según Energy Plus

5. CAPITULO 5: ANÁLISIS DE DATOS

En el siguiente capítulo se realiza un análisis de los datos obtenidos, tanto a partir de las mediciones realizadas con los Hobos, como los obtenidos con la simulación utilizando el Energy Plus.

Los primeros permiten mostrar la situación real en los distintos ambientes en los que se realizó el análisis. La simulación por su parte, intenta, a partir de la definición de todos los parámetros característicos del edificio introducidos por el operador, obtener una interpretación semejante a la real sobre el consumo energético del edificio.

Como ya se dijo, debido a que el único parámetro medible simultáneamente en ambas situaciones, mediciones con Hobos y simulación, es la temperatura del aire en el interior de los ambientes, se deciden comparar los datos respectivos a este parámetro obtenidos a partir de los Hobos instalados en los retornos de Pasillo de planta baja y de Oficina de administración, con los arrojados por la simulación para los mismos sectores que están representados por las Zonas Termales N°8 y N°27.

En este capítulo se hará el análisis evaluando las estadísticas obtenidas en ambos casos. Para ello se trabajará con la ayuda del programa de uso educativo Infostat. Se definirá el tamaño de la muestra a estudiar y se calcularán las medidas estadísticas y gráficos necesarios para el estudio.

5.1 Definición del tamaño de la muestra

A partir de las mediciones realizadas con los Hobos, se obtuvo un registro de datos tomados durante un mes, todos los días y cada cinco minutos, por lo cual el tamaño de la muestra fue de 8953 datos.

La simulación por su parte, arroja resultados horarios. Es decir, que muestra datos durante un mes por cada hora del día, por lo cual el tamaño es de 747 datos de temperatura.

Considerando que los registros horarios son suficientes para hacer un estudio preciso, se realizó un filtro respecto al total de los datos obtenidos por los Hobos y se seleccionaron únicamente los correspondientes a cada hora del día durante los 30 días de estudio. De esta manera, se pudo partir de muestras de igual tamaño (747 datos) para el estudio.

5.2 Análisis de datos en Pasillo de Planta Baja o Zona Termal N°8

5.2.1 Medidas estadísticas

A continuación se muestran las medidas estadísticas correspondientes a los Hobos y a la simulación dada por el software Infostat para el pasillo de Planta Baja.

Las tablas arrojan los siguientes datos:

- n= número de datos de la muestra.
- Media
- D.E.= desvío estándar.
- Var (n-1): Varianza.
- Mín.: Valor mínimo de la muestra.
- Máx.: Valor Máximo de la muestra.
- Mediana: Valor más repetido en toda la muestra.

- Medidas estadísticas obtenidas según Hobos:

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín.	Máx.	Mediana
Temperatura[°C]HOBOS	747	22,50	1,00	1,00	19,18	24,88	22,47

Tabla 5-1. Medidas estadísticas de Hobos en Pasillo de PB

- Medidas estadísticas obtenidas según Simulación:

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín.	Máx.	Mediana
Temperatura[°C] SIMULACIÓN	747	20,74	1,39	1,94	18,30	23,34	21,10

Tabla 5-2. Medidas estadísticas de Simulación en Pasillo de PB

Puede observarse que la media obtenida según las mediciones in situ, es decir las debidas a los Hobos, es mayor a la obtenida por la simulación. Esto resulta coherente si observamos los máximos y mínimos de ambas situaciones. Los Hobos muestran mínimos y máximos mayores respecto a los obtenidos en la simulación. Al igual que la mediana, es decir, el valor más repetido de la muestra, es mayor en los datalogger que en Energy Plus.

Por otro lado, la media y mediana obtenidas por los Hobos son aproximadamente iguales y la varianza es menor que la dada por la simulación, lo cual indica que la muestra tomada por los hobos es representativa de la situación real del edificio.

5.2.2 Tablas y gráficos de frecuencias

El programa arroja también las tablas de frecuencias, en las cuales pueden observarse nueve intervalos que agrupan un cierto número de datos respecto al total, los cuales se encuentran entre temperaturas mínimas y máximas que definen a cada intervalo.

Las tablas de frecuencias muestran la cantidad de veces que se repite un valor durante el estudio. Agrupan un número de datos registrados pertenecientes a un intervalo definido por dos temperaturas extremas como ya se dijo. Además puede observarse esto mismo en un gráfico donde se ve la concentración del número de datos en los distintos intervalos y distinguirse así, los valores más repetidos en ambos casos.

Las tablas de frecuencias arrojan los siguientes datos:

- LI: Límite inferior.
- LS: Límite Superior.
- MC: Marca de Clase.
- FA: Frecuencia Absoluta.
- FR: Frecuencia relativa.

Las tablas y gráficos asociados se presentan a continuación:

- Tabla de frecuencias obtenida según Hobos en Pasillo de P.B:

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	1	[19,18	19,81]	19,49	4	0,01
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	2	(19,81	20,44]	20,13	14	0,02
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	3	(20,44	21,08]	20,76	37	0,05
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	4	(21,08	21,71]	21,39	106	0,14
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	5	(21,71	22,34]	22,03	159	0,21
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	6	(22,34	22,98]	22,66	191	0,26
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	7	(22,98	23,61]	23,29	120	0,16
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	8	(23,61	24,24]	23,93	96	0,13
Temperatura [°C] HOBOS (dat..	9	(24,24	24,88]	24,56	20	0,03

Tabla 5-3. Tabla de frecuencias de Hobos en pasillo de P.B

- Gráfico de frecuencias absolutas según Hobos en pasillo de P.B:

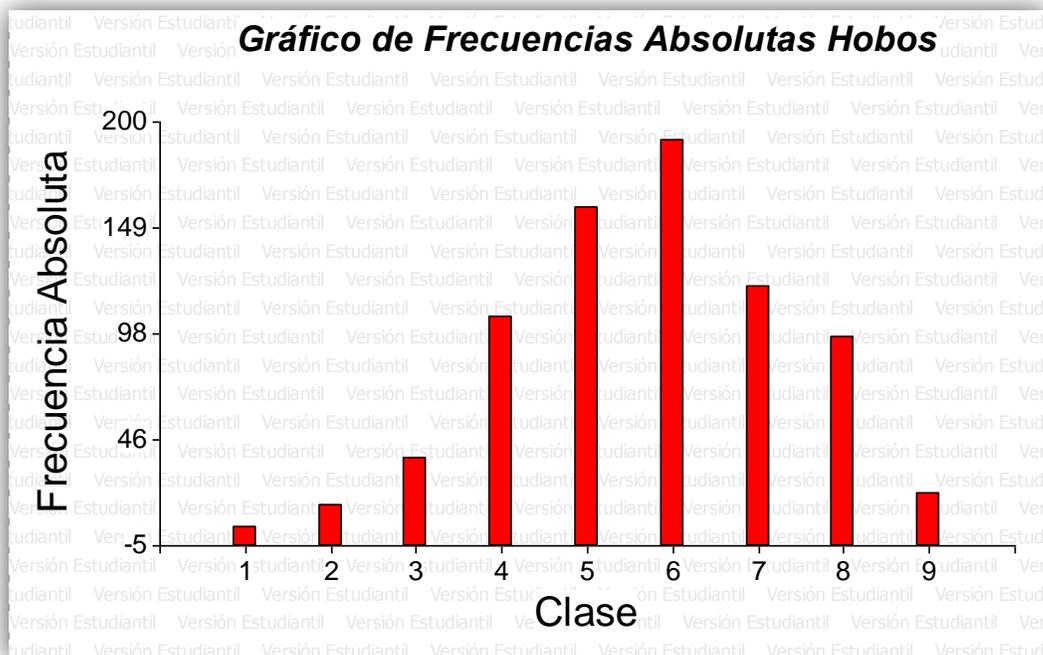


Figura 5-1. Frecuencias Absolutas de Hobos en Pasillo de P.B.

- Tabla de frecuencias obtenida según simulación en pasillo de P.B:

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	1	[18,30	18,86]	18,58	115	0,15
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	2	(18,86	19,42]	19,14	53	0,07
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	3	(19,42	19,98]	19,70	70	0,09
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	4	(19,98	20,54]	20,26	64	0,09
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	5	(20,54	21,10]	20,82	108	0,14
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	6	(21,10	21,66]	21,38	67	0,09
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	7	(21,66	22,22]	21,94	245	0,33
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	8	(22,22	22,78]	22,50	19	0,03
Temperatura [°C] SIMULACIÓ..	9	(22,78	23,34]	23,06	6	0,01

Tabla 5-4. Tabla de frecuencias de Simulación en Pasillo de PB

- Gráfico de frecuencias absolutas según simulación en pasillo de P.B

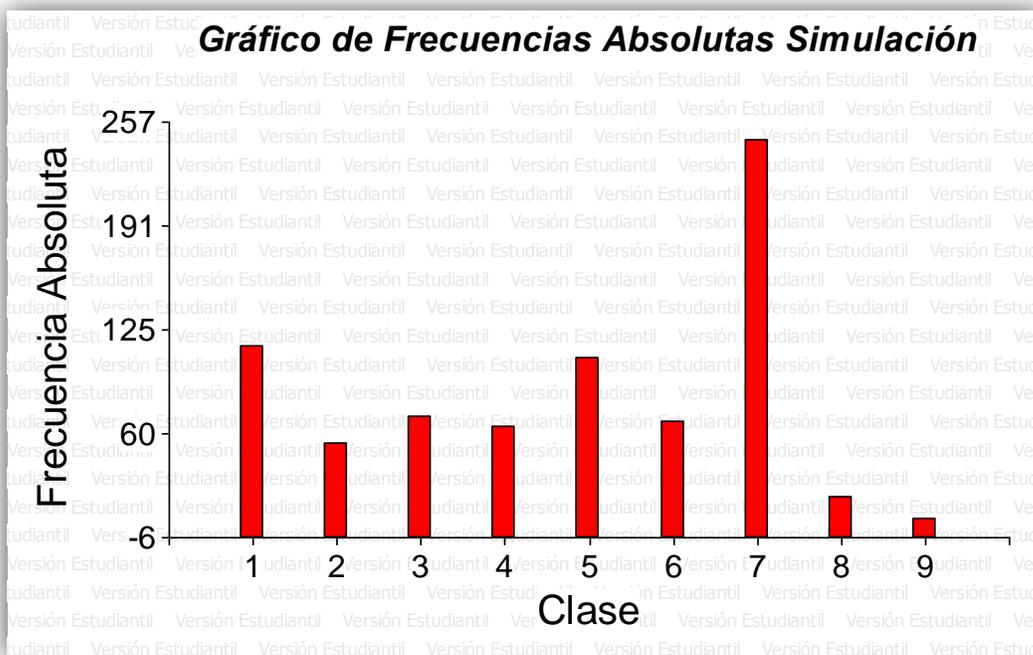


Figura 5-2. Frecuencias Absolutas de Simulación en Pasillo de PB

Puede apreciarse que los datos obtenidos con los Hobos arrojan una distribución aproximadamente uniforme con la mayor parte de los valores de temperatura situadas entre los 21,08°C y los 23,61°C. La simulación por su parte, arroja valores con una distribución más achatada, es decir que posee frecuencias similares en todos los intervalos, excepto en el intervalo siete, donde se observa un pico de repeticiones de valores entre los 21,66°C y los 22,2°C.

5.2.3 Gráficos de densidad de puntos

En los próximos gráficos se muestra la densidad de frecuencia relativa de los datos obtenidos en ambos casos, la frecuencia relativa es el cociente entre la frecuencia absoluta y el tamaño de la muestra y representa una proporción del número de datos de en determinado intervalo respecto al total de la muestra.

En primer lugar se muestra el gráfico asociado a los datos entregados por el datalogger. Estos muestran una distribución que se asemeja bastante a una Distribución Normal, comportamiento esperable para el tipo de variable de que se trata y la cantidad de observaciones con que se cuenta. Un factor a analizar es el representado por la deformación que se observa entre los 23 y 24 grados; esto podría deberse a alguna variación en el proceso experimental de medición o a algún otro factor propio del

funcionamiento interno de DASPU que condiciona el uso del equipo de acondicionamiento de aire. Por otra parte, este patrón de comportamiento no se repite en la simulación.

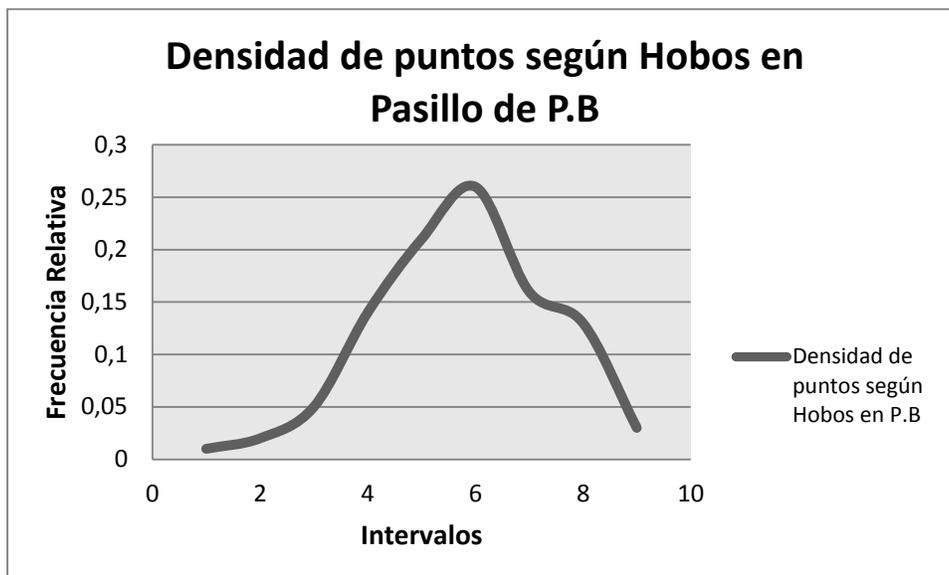


Figura 5-3. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para los Hobos en Pasillo de PB

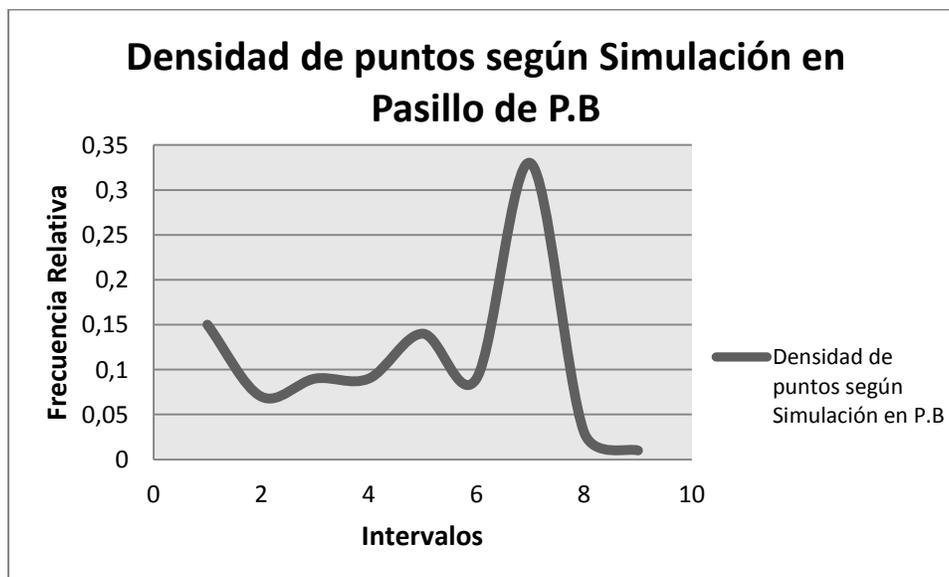


Figura 5-4. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para la Simulación en Pasillo de PB

Es por esto que si se deseara establecer un error sistemático a considerar en la simulación, no sería posible. Para esto sería necesario contar con un patrón de comportamiento (distribución) similar.

Esta conclusión permite afirmar que se debe analizar más detenidamente cómo se realiza la simulación en términos de qué variables se consideran y cómo trabaja el software de simulación. De igual forma, deberían estudiarse con más detalle todos aquellos factores que influyen en los valores de temperatura obtenidos en las mediciones in situ.

5.2.4 Diagrama de Dispersión

En el siguiente diagrama de dispersión pueden verse de forma superpuesta, los registros de los Hobos en color azul y los datos arrojados por la simulación en color beige.

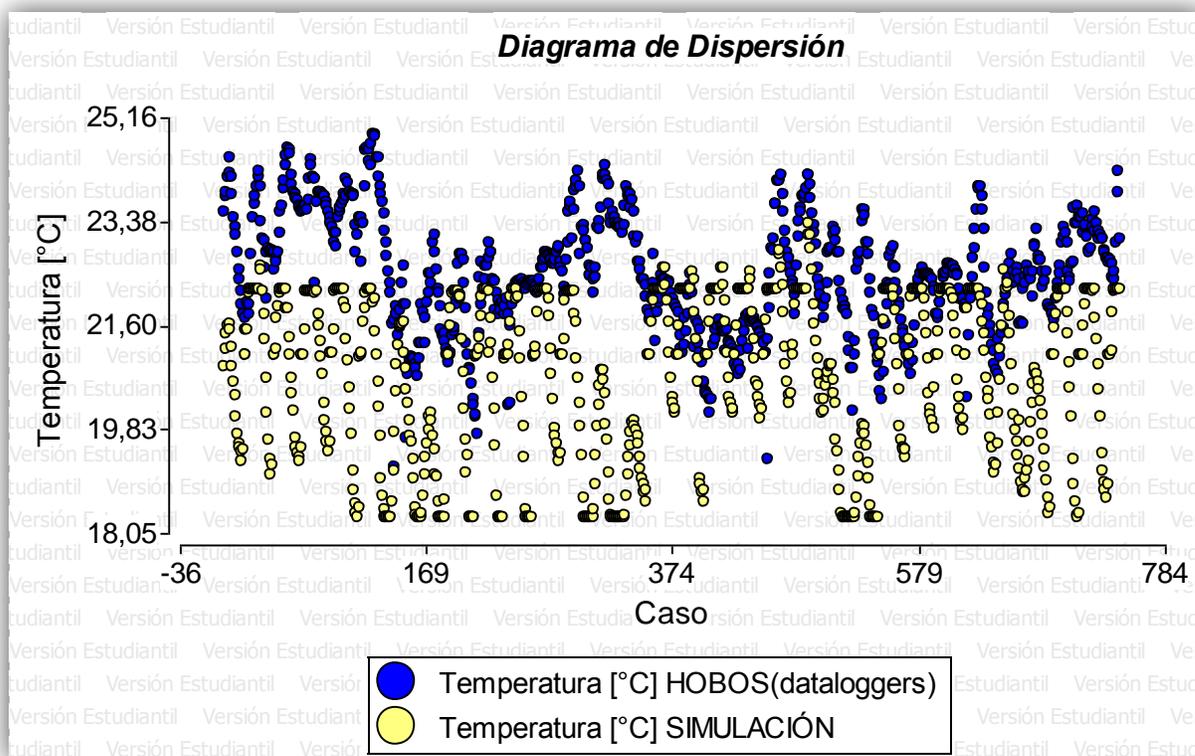


Figura 5-5. Gráfico de Dispersión entre Hobos y Simulación en Pasillo de PB

Puede observarse, de igual forma que se apreció en las medidas estadísticas, que los Hobos registran datos con valores de temperatura mayores respecto a la simulación, gráfico que se muestra más corrido hacia abajo. Igualmente, puede verse un gran porcentaje de datos que se superponen en la parte central del gráfico lo cual indica que los registros de las mediciones y la simulación se parecen para temperaturas medias entre los 20 °C y los 22,5°C.

Este corrimiento hacia abajo por parte de los resultados en la simulación, se presume que se debe principalmente, a la utilización para la modelación, del Clima Exterior registrado

en Buenos Aires en 1987 y adaptado para el aeropuerto Ambrosio Taravella de Córdoba. El cual, debido al cambio climático y al aumento de las temperaturas promedio del mundo en la actualidad, arroja valores inferiores a los que se tienen en la realidad.

También pueden verse influenciados los resultados de la simulación por las variables que deben cargarse al programa de simulación para definir la cáscara del edificio, es decir los valores K de los materiales constructivos. Que pueden diferir de los reales.

De lo dicho, es importante destacar que el programa es muy sensible en su respuesta a los cambios o diferencias en las variables que se deben cargar para su corrida, indicando la importancia de una elección adecuada de las mismas.

5.3 Análisis de datos en Oficina de Administración o Zona Termal N°27

En este caso, el tamaño de la muestra es de 745 datos debido a que los registros en la Oficina de Administración comenzaron a realizarse 2 hs. después que en el pasillo de planta baja. Se realizará un análisis similar al presentado en el pasillo de Planta Baja.

5.3.1 Medidas estadísticas

A continuación se muestran las medidas estadísticas correspondientes a los Hobos y a la simulación dada por el software Infostat para la Oficina de Administración en Planta Alta.

- Medidas estadísticas obtenidas según Hobos:

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín.	Máx.	Mediana
Temperatura HOBOS [°C]	745	24,30	3,45	11,93	14,10	36,21	23,29

Tabla 5-5. Medidas estadísticas de Hobos en Oficina de Administración

- Medidas estadísticas obtenidas según Simulación:

Variable	n	Media	D.E.	Var (n-1)	Mín.	Máx.	Mediana
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	745	22,50	0,58	0,33	21,50	24,69	22,32

Tabla 5-6. Medidas estadísticas de Simulación en Oficina de Administración

Puede observarse, al igual que para el pasillo de P.B, los Hobos poseen en promedio, valores mayores a los dados por la simulación. La media se encuentra 2°C por encima que la simulada, mientras que el comportamiento de los máximos y mínimos difiere con lo visto en el caso del pasillo de P.B. El mínimo registrado por los Hobos es mucho menor que el simulado y el máximo debido a los Hobos es mucho mayor que el obtenido por la simulación.

Debe destacarse que la media y la mediana dadas por la simulación es mayor a la que se dió en Pasillo de P.B (recordemos que el valor era 20,74°C) debido a tres motivos principales que son variables a definir cuando se elabora el modelo:

- Es una zona de mayor asoleamiento, es decir que está expuesta a mayores valores de radiación solar, lo cual implica aumentos en la temperatura interior.
- El equipo de acondicionamiento de aire es distinto.
- Es una superficie mucho menor, por lo tanto, puede haber mayor concentración de personas, lo cual aumenta las cargas térmicas.

Estas mismas variables pueden ser las responsables de que sea tan amplio el intervalo entre límites de temperaturas mínimas y máximas en las medidas estadísticas de los

Hobos. Ya que si el día está nublado, habrá menor asoleamiento y si la oficina se encuentra vacía las cargas térmicas debido a las personas serán nulas.

Puede verse entonces en las estadísticas, que para la Oficina de administración, la tendencia del aumento de las temperaturas se da tanto en los Hobos como en la Simulación. Lo cual indica que, si bien los registros son distintos, la modelación y parametrización del edificio en el software Energy Plus representa aceptablemente al comportamiento real de los ambientes.

5.3.2 Tablas y gráficos de frecuencias

Las tablas y gráficos de frecuencias para la zona termal N° 27 u Oficina de Administración dadas según los registros de los Hobos y simulación en Energy Plus se muestran a continuación.

- Tabla de frecuencias obtenida según Hobos en Oficina de Administración:

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Temperatura HOBOS [°C]	1	[14,10	16,56]	15,33	3	4,0E-03
Temperatura HOBOS [°C]	2	(16,56	19,01]	17,79	2	2,7E-03
Temperatura HOBOS [°C]	3	(19,01	21,47]	20,24	62	0,08
Temperatura HOBOS [°C]	4	(21,47	23,93]	22,70	408	0,55
Temperatura HOBOS [°C]	5	(23,93	26,38]	25,16	146	0,20
Temperatura HOBOS [°C]	6	(26,38	28,84]	27,61	36	0,05
Temperatura HOBOS [°C]	7	(28,84	31,30]	30,07	35	0,05
Temperatura HOBOS [°C]	8	(31,30	33,75]	32,53	20	0,03
Temperatura HOBOS [°C]	9	(33,75	36,21]	34,98	33	0,04

Tabla 5-7. Frecuencias de Hobos en Oficina de Administración.

- Gráfico de frecuencias absolutas según Hobos en Oficina de Administración:

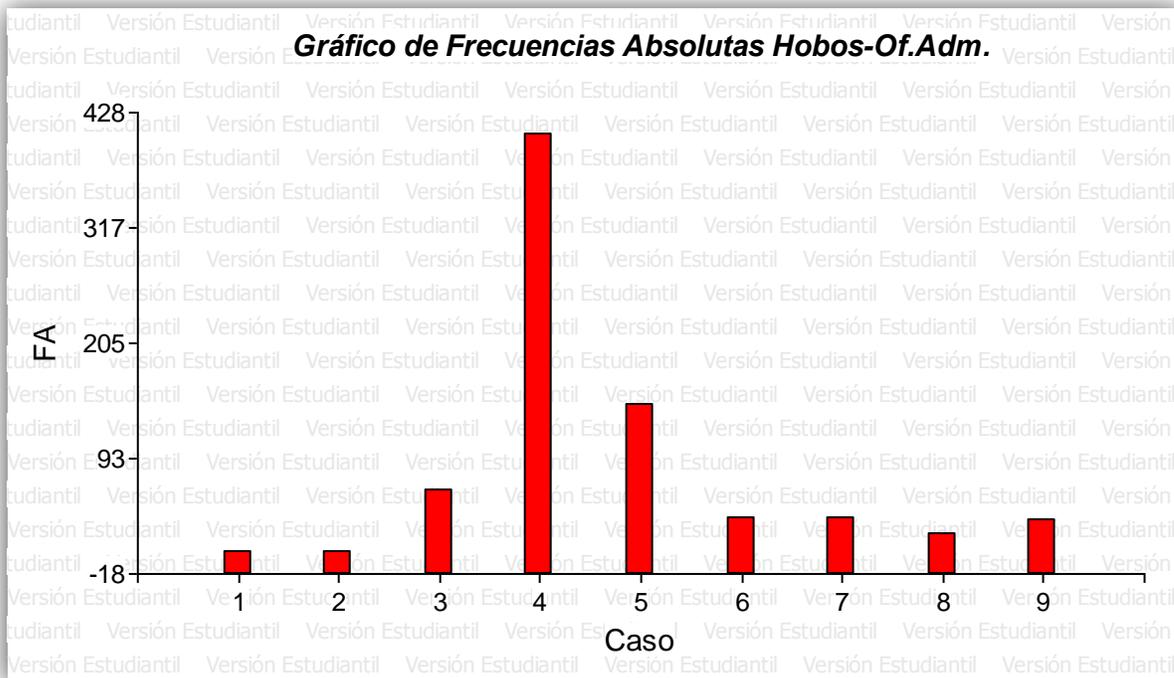


Figura 5-6.Frecuencias Absolutas de Hobos en Oficina de Administración

Tabla de frecuencias obtenida según Simulación en Oficina de Administración:

Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	1 [21,50 21,85]			21,68	49	0,07
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	2 (21,85 22,21]			22,03	234	0,31
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	3 (22,21 22,56]			22,39	227	0,30
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	4 (22,56 22,92]			22,74	96	0,13
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	5 (22,92 23,27]			23,10	39	0,05
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	6 (23,27 23,63]			23,45	36	0,05
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	7 (23,63 23,98]			23,80	57	0,08
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	8 (23,98 24,34]			24,16	4	0,01
Temperatura SIMULACIÓN [°C]	9 (24,34 24,69]			24,51	3	4,0E-03

Tabla 5-8. Frecuencias de Simulación en Oficina de Administración.

- Gráfico de frecuencias absolutas según Simulación en Oficina de Administración:

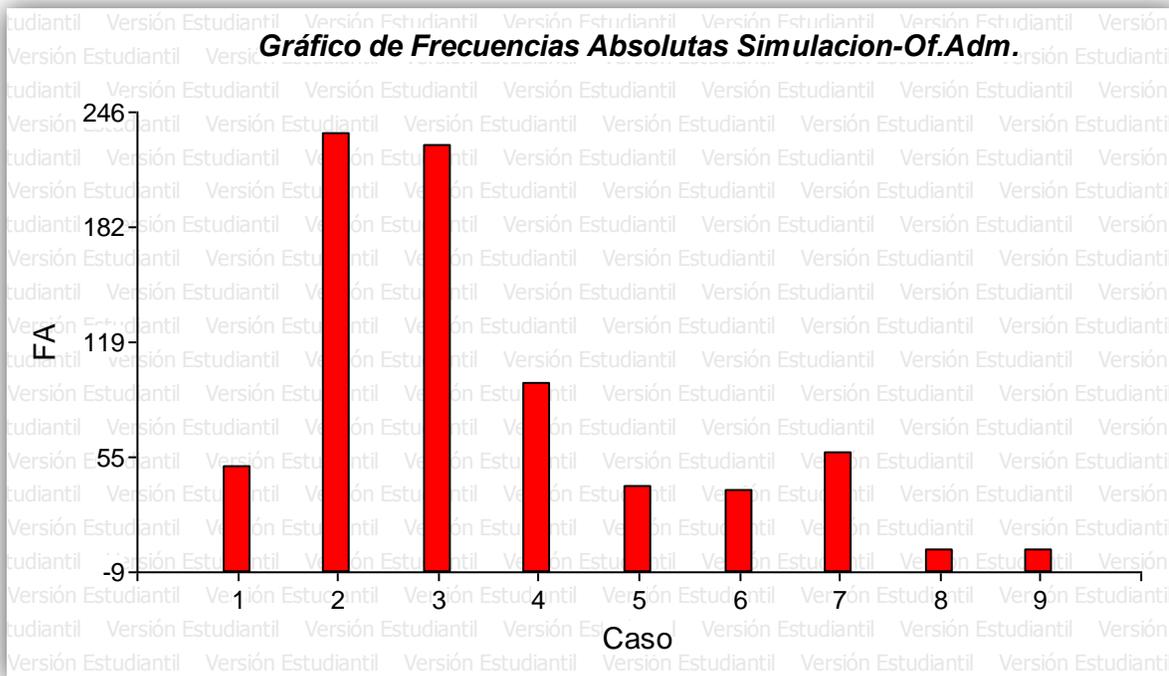


Figura 5-7. Frecuencias Absolutas de Simulación en Oficina de Administración

Se aprecia que el comportamiento en los datos dados por los Hobos en Oficina de administración es similar al que se había presentado en el pasillo de P.B. ya que tiene una distribución aproximadamente uniforme con una concentración de registros en el intervalo número 4 y 5 (temperaturas entre los 22,56°C y los 23,93°C).

De igual forma sucede con la Simulación, en correspondencia con lo analizado en Pasillo de P.B., posee una distribución menos uniforme y más achatada, pero con mayor cantidad de registros en los intervalos 2 y 3, es decir entre los 21,85 °C y los 22,56 °C, por lo que el gráfico está más desplazado hacia la izquierda.

Este comportamiento es coherente teniendo en cuenta lo analizado anteriormente con las estadísticas. Hay una mayor concentración de registros para temperaturas más altas en los Hobos y una mayor concentración de valores de temperaturas más bajas en la simulación, respetándose esta tendencia de forma sistemática.

5.3.1 Gráficos de densidad de puntos

Al igual que en el caso anterior, en los próximos gráficos se muestra la densidad de frecuencia relativa de los datos obtenidos en ambos casos para la Oficina de Administración.

En primer lugar se muestra el gráfico asociado a los datos entregados por el datalogger. Se puede observar una distribución que similar a una Distribución Normal.

En este caso, puede apreciarse un alargamiento del diagrama en el lado derecho del mismo, debido a algún factor propio del funcionamiento interno de DASPU que condiciona el uso del equipo de acondicionamiento de aire, como por ejemplo la manipulación del termostato central para modificar la configuración automática dada por la fijación de un set point a partir del cual funciona el equipo. Igual al caso anterior, este patrón de comportamiento no se repite en la simulación, pero se asemeja más en comparación a la discrepancia que se había observado en el caso de P.B.

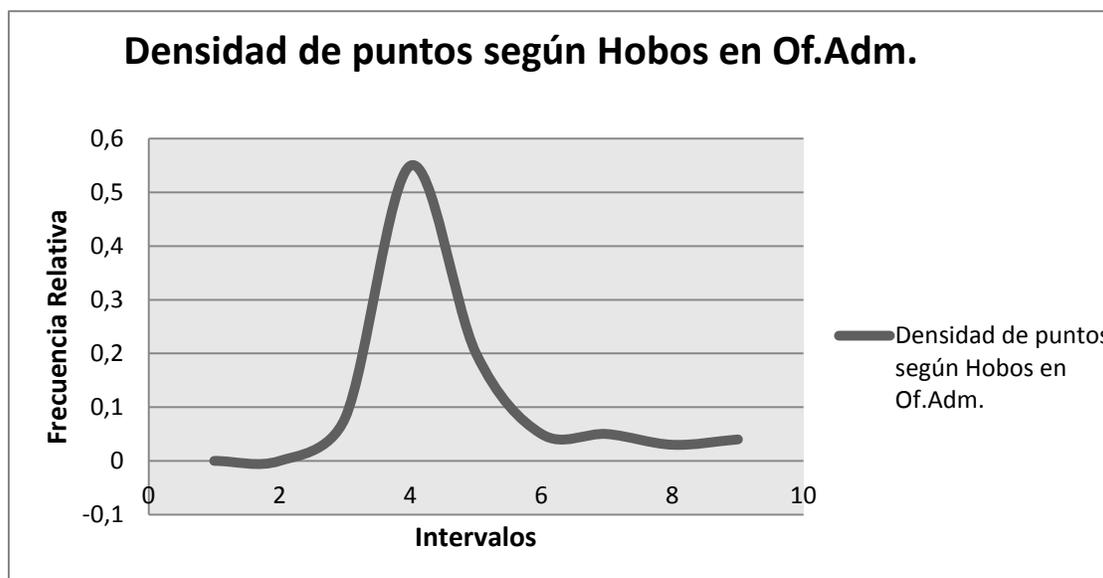


Figura 5-8. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para los Hobos en Oficina de Administración

El gráfico asociado a la densidad de puntos en la simulación se presenta a continuación.

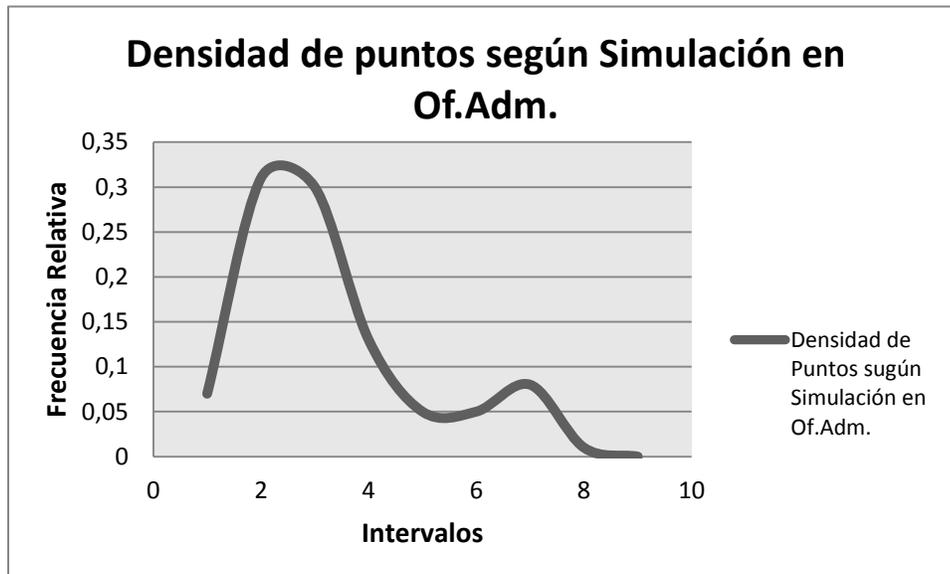


Figura 5-9. Gráfico de densidad de frecuencia relativa para la Simulación en Oficina de Administración

En este caso tampoco sería factible determinar el error sistemático a considerar en la simulación debido a que no tiene una distribución normal.

5.3.1 Diagrama de Dispersión

Al igual que para el pasillo de P.B. se observa a continuación el diagrama de dispersión donde pueden verse de forma superpuesta, los registros de los Hobos en color azul y los datos arrojados por la simulación en color beige.

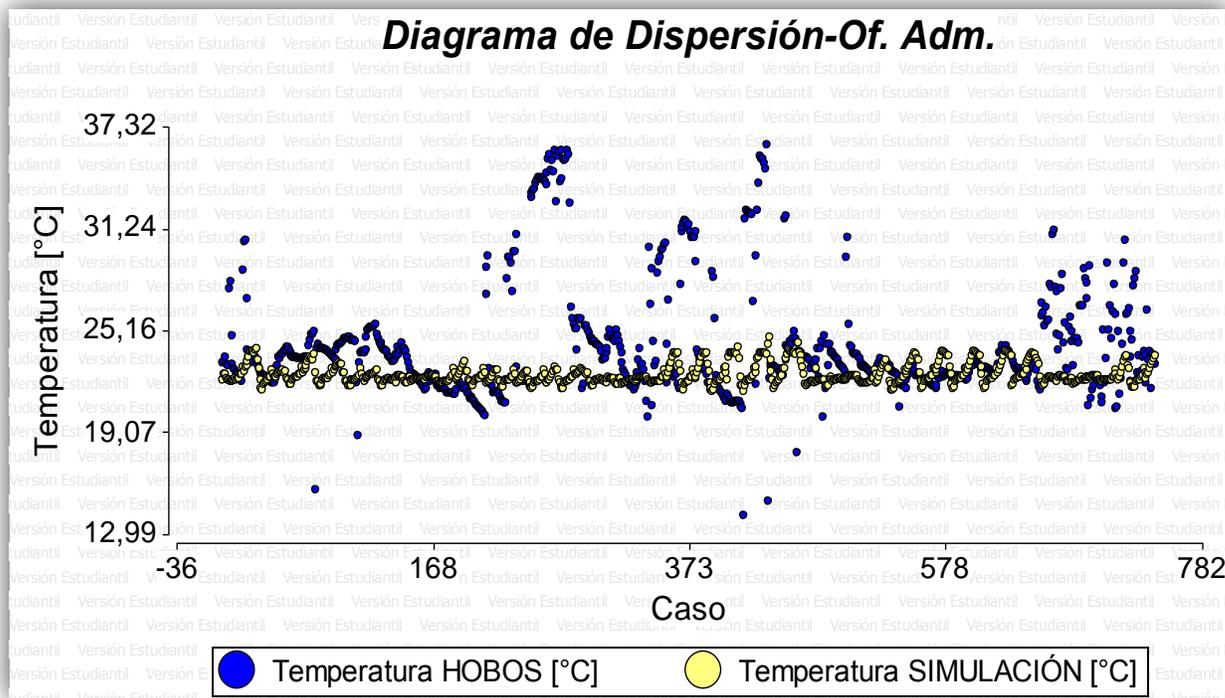


Figura 5-10. Dispersión entre Hobos y Simulación en Oficina de administración

Puede observarse un gran porcentaje de datos que se superponen en la parte central del gráfico lo cual indica que los registros de las mediciones y la simulación son similares en la mayor parte del tiempo (ya que los casos representan las distintas horas del día durante el mes de estudio). Una cuestión a destacar son los puntos que sobresalen en la parte superior. Estos corresponden a las mediciones realizadas por los dataloggers, y pueden deberse a las causas que se habían mencionado anteriormente respecto al funcionamiento propio de la oficina de administración.

Es válido destacar que en la modelación se supone que los equipos tendrán un comportamiento acorde a los set point para los cuales han sido configurados, pero lo que sucede en la realidad a veces difiere de esto debido a que las personas manipulan estos valores según su comodidad y necesidad, lo que esto implica que el comportamiento real no sea igual al esperado.

6. CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

El trabajo de investigación realizado permite arribar a ciertas conclusiones que se explican a continuación.

En primer lugar debe destacarse la importancia del conocimiento pleno del edificio en cuestión, de su configuración en planta, características de su construcción y funcionamiento interno, para poder tener en cuenta la mayor cantidad de variables que afecten a nuestro estudio y que permitan entender el por qué de ciertos comportamientos en las variables analizadas.

Otro punto a destacar es el aprendizaje que se obtuvo respecto al funcionamiento de los distintos sistemas de aire acondicionado con sus componentes y funciones, los cuales habían sido adquiridos de forma teórica durante el cursado de la carrera.

Asociado a esto también se deben mencionar los distintos obstáculos que debieron sortearse en el momento del estudio del sitio y la selección de los lugares donde debían instalarse los dispositivos de medición, como por ejemplo la dificultad que existió para encontrar los retornos de aire en la planta baja, lo cual generó que se decida medir en la oficina de administración y no en el pasillo.

Por otro lado, la utilización de los Hobos resulta muy importante para poder obtener parámetros precisos de lo que sucede dentro de los edificios, además de permitir detectar incorrectos funcionamientos en los equipos de acondicionamiento de aire. Por esto resultó de gran interés profundizar su estudio y operación, lo cual requirió de mucha investigación y pruebas previas para perfeccionar y aprovechar todas las ventajas de su puesta en práctica para este trabajo. Debe concluirse entonces que se pudo cumplir con el objetivo establecido en un primer momento referido a familiarizar a la alumna en el manejo de distintos dataloggers.

Respecto al objetivo principal de este trabajo puede decirse que los resultados arrojados por la simulación realizada con Energy Plus se asemejan mucho a la realidad considerando todas las variables que deben ingresarse para configurar inicialmente el programa. La mayor causa que se encuentra en la discrepancia entre los resultados obtenidos por los Hobos y la simulación es debido al clima exterior ingresado, parámetro que se considera alejado de la situación real del clima actual en Córdoba debido a las modificaciones que este ha tenido en los casi 30 años que han pasado desde el que hay disponible actualmente en el laboratorio nacional de energías renovables de EEUU. Respecto a esto, es importante mencionar que podría realizarse un estudio que determine un comportamiento promedio de temperaturas para el mes en el que se realizó el estudio pero debe encontrarse la forma de que el departamento de energía de EEUU le dé el formato que coincida con el requerido por el Energy Plus.

Otro motivo que influyó en el error entre lo medido y lo simulado está referido a la presencia de las personas, ya que si bien el software se configura para un funcionamiento

supuesto correcto de los equipos, las personas pueden maniobrar variables como el termostato de regulación manual que, acorde a sus necesidades y comodidades, es modificado, lo que implica un cambio en el uso previsto del equipo. Además debe tenerse en cuenta que, en la simulación, se supone que las instalaciones están correctamente construidas, pero en la realidad, puede suceder que los distintos conductos no estén montados adecuadamente, o inclusive que la aislación se encuentre dañada, o que existan pérdidas de parte del caudal de aire tratado a zonas no climatizadas. Todas situaciones que, obviamente, generan variaciones respecto al funcionamiento esperado.

Además hay que resaltar la importancia de definir correctamente la cáscara del edificio, en la cual se establecen los distintos materiales que la componen, con sus espesores y factores de transmitancia térmica asociados, fijados por la ASHRAE, pero que pueden no coincidir totalmente con los utilizados para la construcción real, lo cual genera notables variaciones entre la modelación y la situación real. Por lo tanto, se debe trabajar de forma tal que puedan ajustarse lo más precisamente posible todas estas variables que definen la envolvente del edificio.

No se debe dejar de lado el hecho de que el software Energy Plus arroja resultados de consumo además de los de temperatura estudiados en este trabajo y que, si bien la comparación sólo se realiza teniendo en cuenta los segundos, la principal utilización del mismo es referida al consumo energético, lo cual permitirá perfeccionar ciertas características del edificio que impliquen una mayor eficiencia energética.

Es importante entonces, reforzar la idea de que se debe seguir perfeccionando la utilización de este software de simulación energética tratando de concebir un modelo y parametrización lo más parecido al real del edificio, contemplando todas las situaciones mencionadas.

7. CAPITULO 7: PS EN IMPIANTI S.R.L

En este capítulo se describe como fue la realización de la Práctica Profesional Supervisada de Laureana Luciani Zabaleta en la empresa IMPIANTI S.R.L.

Además de realizar el trabajo de investigación, la normativa de la facultad establece que deben cumplirse 200 hs. de trabajo en algún ámbito o empresa que realice tareas propias de las incumbencias de la carrera. Por esto la empresa IMPIANTI S.R.L. fue la elegida por la alumna para cumplir dicha tarea.

7.1 Empresa Receptora

La entidad receptora es la empresa IMPIANTI S.R.L es una empresa dedicada a la construcción en general y en particular a la ejecución de proyectos y obras de protección contra incendios, extinción por agua, espuma y/o gases, detección; instalaciones industriales, comerciales y residenciales, del tipo termo mecánicas, electromecánicas, hidráulicas, neumáticas, eléctricas y de iluminación, de aire acondicionado, calefacción y refrigeración industrial, instalaciones de temperatura y humedad controlada, sistemas de filtración de aire, , aire comprimido, gas natural o gas licuado de petróleo, vapor de alta, media y baja presión, vacío y gases medicinales.

Se encuentra ubicada en Baltasar de Ávila N° 17, Barrio Las Palmas , ciudad de Córdoba, Argentina.

7.2 Objetivos y aprendizajes de la práctica realizada en IMPIANTI S.R.L

Algunos objetivos planteados para el transcurso de la Práctica Supervisada son:

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante el cursado de las distintas materias de la carrera y en especial en las cátedras de Instalaciones en edificios I y II.
- Conocer el funcionamiento de sistemas de detección y extinción de incendios, acondicionamiento de aire.
- Adquirir nuevos conocimientos respecto a las situaciones a presentarse durante el transcurso de la vida profesional.
- Aprender cual es la modalidad para la realización de una obra de instalaciones desde el cálculo, proyecto hasta su ejecución con la interacción e intercambio constante con los profesionales de la empresa.

- Aplicar los conocimientos sobre la utilización del software Hobo-Ware de lectura y análisis de mediciones realizadas con los dispositivos HOB0.
- Emitir un juicio crítico sobre la experiencia de la realización de la Práctica Supervisada.

7.3 Desarrollo y modalidad de la Práctica Supervisada

Para el cumplimiento de los objetivos antes mencionados, en el lapso de la práctica se realizaron tareas como la confección de planos de detalle, corrección y escalado de planos de sistemas de extinción de incendios y sistemas de aire acondicionado.

También se realizaron tareas de cómputo de materiales en distintos planos para su posterior presupuesto, comparación de alternativas y consultas a proveedores.

Por otro lado, se tuvo la oportunidad de conocer cuáles son los costos estimativos que pueden tenerse en una obra, ya sea de extinción de incendios como de un sistema de aire acondicionado, y como se realizan los registros de los mismos dentro de la empresa.

Además se visitaron obras en conjunto con el Ing. y tutor interno, Santiago Pérez, quien orientó al estudiante a la visión y detección de fallas en la construcción y/o a la verificación de la misma en comparación con lo establecido en los planos correspondientes.

La modalidad operativa fue asistir a la empresa los días de Lunes a Viernes de 8,30 a 14,30 hs. El inicio de la misma fue el Viernes 23 de Julio y finalizó el Viernes 5 de Octubre de 2015.

Bibliografía

DASPU, Obra Social Universitaria, 2016 <http://www.daspu.com.ar/>

Onset Hobo Company, Dataloggers Hobos, 2015 <http://www.onsetcomp.com/products>

Pasco, datalogger Xplorer GLX, 2015
<https://www.pasco.com/products/probeware/sensors/index.cfm>

Video instructivo del uso de Xplorer GLX, 2015
<https://www.youtube.com/watch?v=49FdsqJXqNE>

“Simulación energética en edificios”, 2013 Santiago Dardo Ferreyra, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Departamento de Energía de los Estados Unidos, software Open Studio, 2008
<https://www.openstudio.net/downloads>

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, Publications, 2015, www.nrel.gov/publications.

Carrier S.A. Buenos Aires Argentina, 2015, www.carrier.com.ar

York Heating and Air Conditioning, 2015, www.york.com.

Yahoo Groups Energy Plus, 2015.

Documento de Análisis de datos con Infostat (2016), <http://www.scribd.com/doc/100095742/Analisis-de-Datos-Con-Infostat#scribd>