

Apéndice G. Elaboracion del modelo en Design Builder

Con el objetivo de realizar la simulación adecuada, se desarrolla un modelo virtual en 3D por medio del software Design Builder© en el que se contemplan, las dimensiones reales del proyecto, los materiales actuales, y sistema constructivo que se utilizó en la construcción de la vivienda. La primera etapa de la elaboración se desarrolla en la interfaz inicial del programa, ahí se encuentran las plantillas predeterminadas con las que cuenta el software al igual que los modelos establecidos. Para el caso de este análisis se crea, un proyecto nuevo.

Es necesario asignar la información geográfica, para determinar el sitio exacto en donde se encuentra implantado el proyecto, se le da un nombre para su identificación, y se estipula en el menú el nombre del país y la ciudad en donde esta localizado, en este caso seria, proyecto Altos de Betania, Colombia, Bucaramanga.

La información utilizada para la simulación, se obtuvo de las bases de datos de diferentes estaciones ubicadas sobre la meseta de Bucaramanga, esta información se envió a Joe Ungh, Presidente de White Box Technology en Estados Unidos, quien fue el encargo de triangular la información climática.

Para poder agregar la localización del área de Bucaramanga dentro del programa, es necesario ir al icono en forma de más (+), se crea la ciudad y se carga el archivo .epw en el que se encuentran los datos climatológicos del sitio, el cual ha sido elaborado por la recolección de información de varias estaciones, su triangulación y posteriormente sus resultados. Este archivo consta de información anual, mensual, diaria y horaria de varios años, con parámetros de temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación solar y velocidad y dirección de vientos.

1- Interfaz inicial de Design Builder®

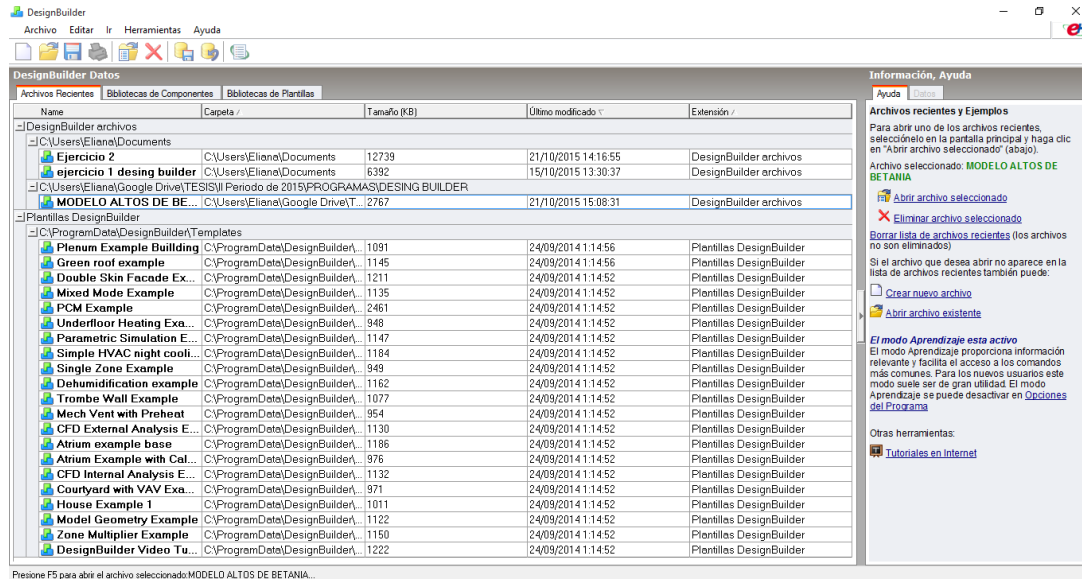


Ilustración 70 Interfaz inicial. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder®

2- Creación de nuevo proyecto.

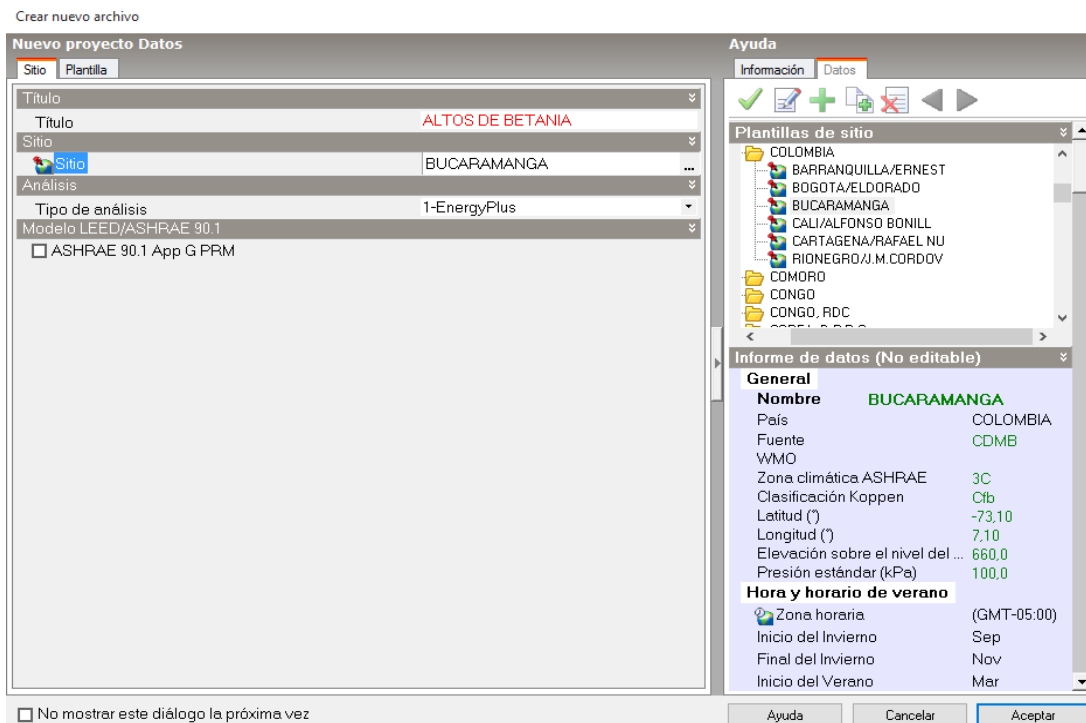


Ilustración 71 Creación de nuevo proyecto. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder®

Al aceptar los términos, el software muestra de inmediato la interfaz en la que se va a ejecutar el proyecto.

3- Interfaz de trabajo.

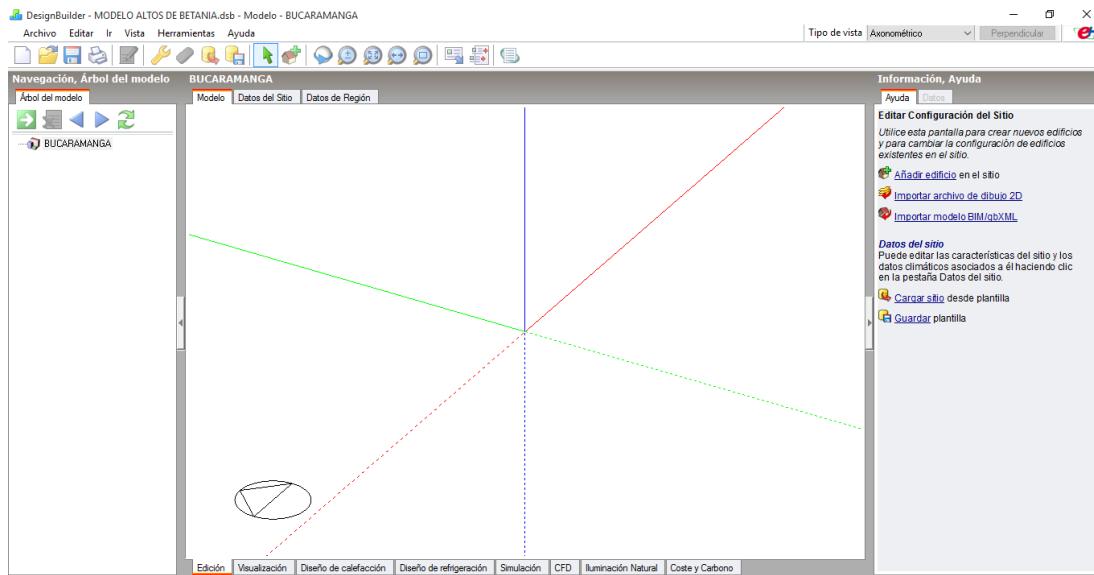


Ilustración 72 Interfaz de trabajo. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder©

Para facilitar la producción del diseño, se importa el plano del objeto arquitectónico en formato DXF.

4- Importar archivo DXF.

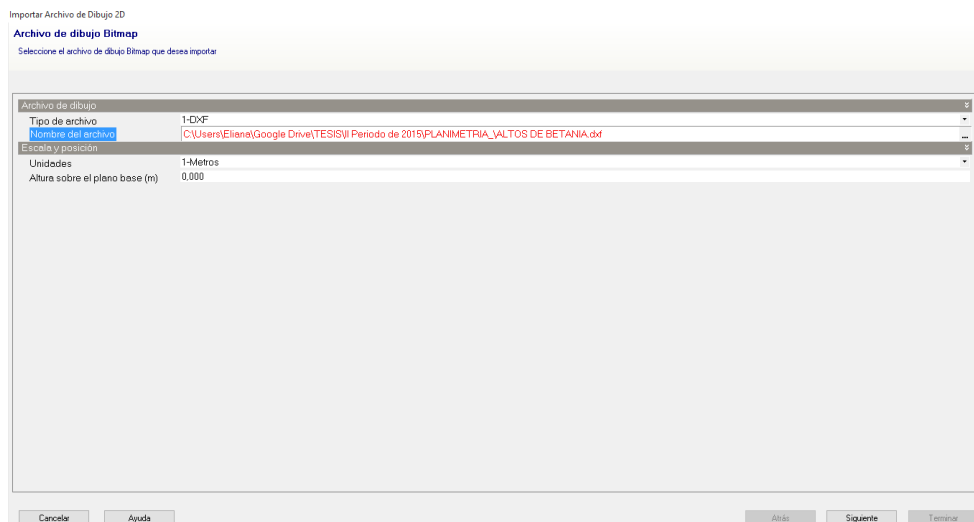


Ilustración 73 Importar archivo. DXF. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder©.

El archivo que contiene la planta arquitectónica se abre en AutoCAD®, posteriormente se guarda en el formato DXF y no en la extensión DWG.

Después de importar el archivo DXF, se tiene la opción de seleccionar los tipos de capas que se desean manejar y observar en el modelo, esto con el fin de disminuir el peso del archivo durante la elaboración, mejorando la visibilidad del objeto y rindiendo a mayor velocidad. Al finalizar esta etapa, aparece el plano guía el cual facilitara la construcción de modelo.

La meta a la que se desea llegar con la elaboración de volumen, es reproducir las características casi exactas del modelo real, para así tener una aproximación con mínimos márgenes de error en comparación con el modelo real. Todo esto con el fin de determinar el comportamiento energético de la vivienda lo más cercano a la realidad posible.

5- Vista de la plantilla importada desde AutoCAD®.

Para la construcción de la planta primera, se añade el plano nuevo en el icono , y se le asigna un nombre, y otros detalles.

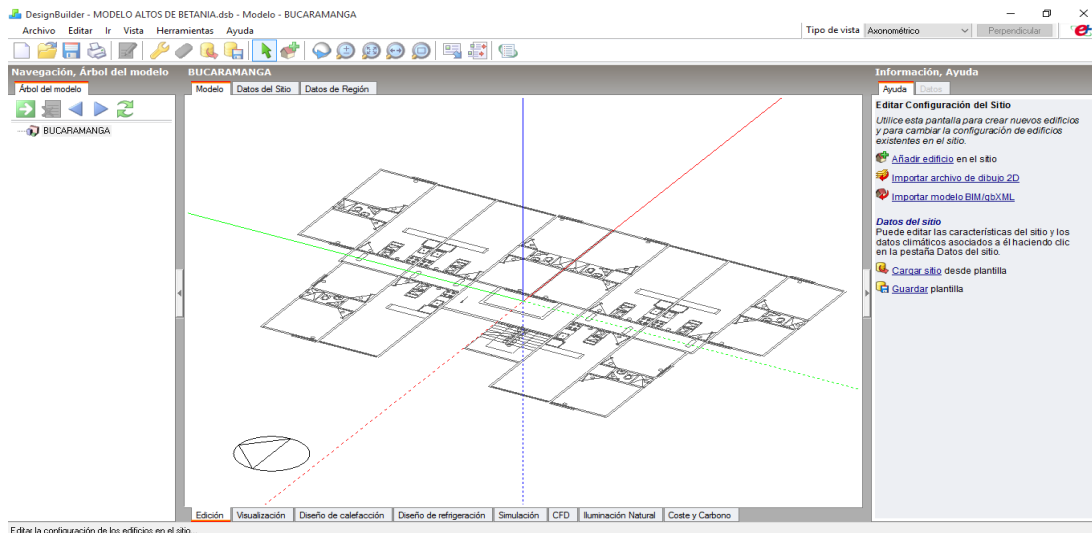


Ilustración 74 Vista de la plantilla importada desde AutoCAD®. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder®

6- Creación de edificio.

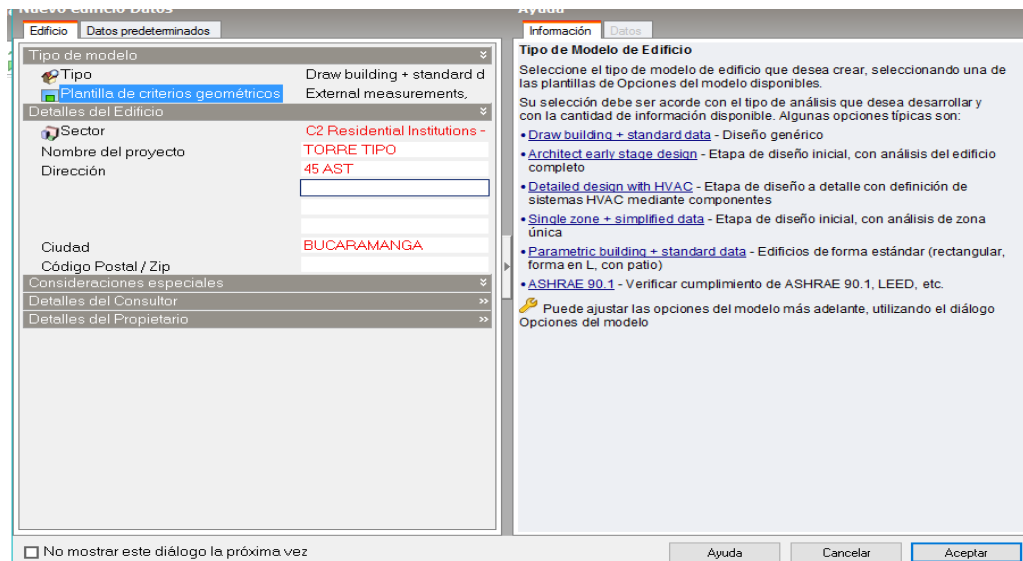


Ilustración 75. Creación del edificio. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder®.

Para crear el primer nivel (primer piso), se debe insertar un bloque en el icono  a partir de esto se despliega un menú desde la parte izquierda el cual nos permite seleccionar el tipo de bloque, el grosor, la altura, los tipos de muros exteriores. En esta ocasión se selecciona el tipo de bloque de contorno, forma instruida, y la altura en metros.

7- Creación de un modelo a partir de la opción de dibujo.

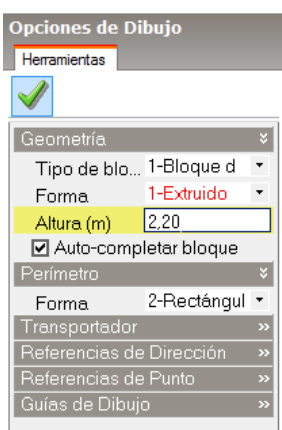


Ilustración 76. Creación de un modelo a partir de la opción de dibujo. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder©

Después de ubicar el plano del primer piso de la edificación, se seleccionan las caras de las esquinas hasta originar un contorno o perímetro de la planta, esto funciona como cerramiento 3D de los muros exteriores del primer piso. Para poder observar la imagen se pulsa el scroll del mouse que permite la visualización de la edificación.

8- Creación de bloques.

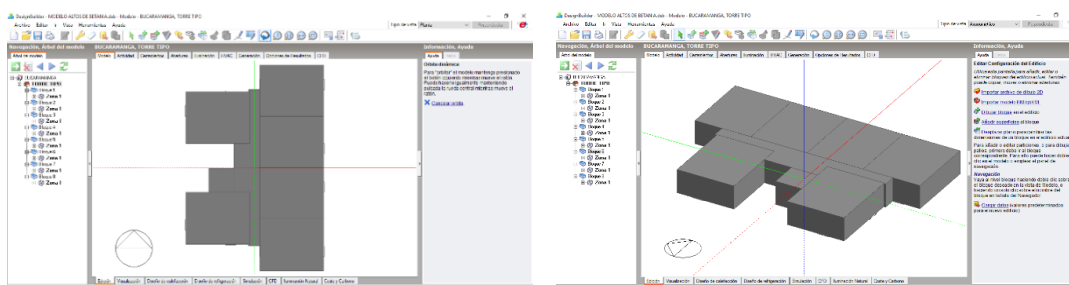


Ilustración 77 Creación de bloques. Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder©

Cuando el bloque ya se encuentra creado, en el menú de la parte izquierda se desliza una ventana con los bloques de la edificación en el cual se puede observar que cada uno contiene una zona. A medida que se van creando los muros interiores parecen consigo diferentes zonas. Al desplegar cada zona surge cada una de las caras, en este caso, la cubierta y los diferentes tipos de muros y suelo.

9- Creación de muros exteriores.

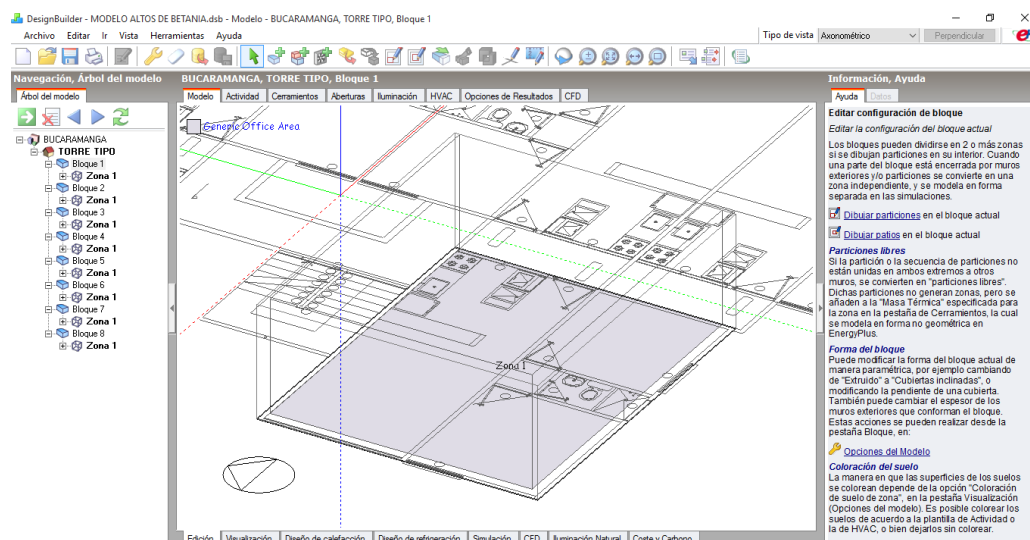


Ilustración 78 Creación de muros exteriores. Fuente, elaboración propia a partir de Design

10- Creación de muros interiores.

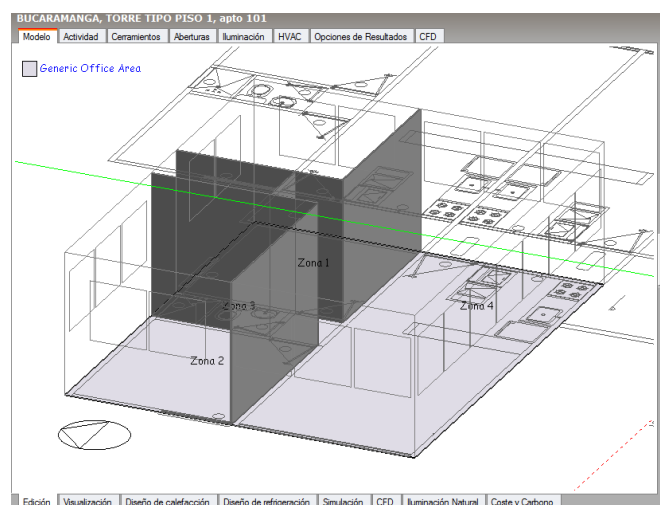


Ilustración 79 Creación de muros interiores Fuente, elaboración propia a partir de Design Builder®.

Datos aplicados al cerramiento y forma detallada de construcción en Design Builder

A continuación se muestran todos los pasos para el ingreso de datos en el software referentes a las condiciones de habitabilidad y características específicas de la vivienda.



Ilustración 80 Descripción de la pestaña Actividad en DesignBuilder©

ACTIVIDAD

Plantilla de actividad

En la pestaña ACTIVIDAD, se ingresan los datos que tienen que ver con las zonas. Se observa en las siguientes ilustraciones los datos que se ingresaron en las diferentes zonas localizadas en el primer piso de la edificación.

Para el tipo de la zona BATHROOM, en la Plantilla de Actividad se utiliza el tipo 2-No acondicionada, debido a que la vivienda está en obra gris además de ser una zona poco ocupada.

ya que los integrantes de la vivienda poco permanecen adentro de este espacio (*Ver Ilustración 81*)

El tipo de la zona KITCHEN, en la Plantilla de Actividad también se utiliza el tipo 2-No acondicionada, ya que el caso es similar al anterior. (*Ver Ilustración 81*)

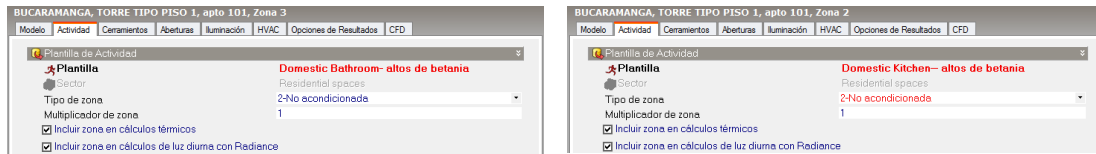


Ilustración 81 Plantilla de Actividad seleccionada- BATHROOM – KITCHEN, en Design Builder©

Para el caso del tipo de zona BEDROOM, se utiliza el tipo de zona 2-No acondicionada. (*Ver Ilustración 82*)

Para el caso del tipo de zona LOUNGE, nuevamente se repite la el tipo 2-No acondicionado. (*Ver Ilustración 83*)

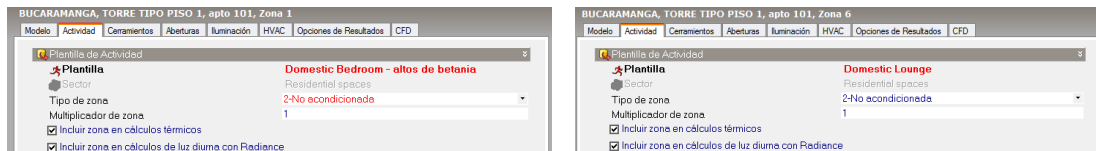


Ilustración 82 Plantilla de Actividad seleccionada- BEDROOM - LOUNGE en Design

Ocupación

En esta etiqueta podemos identificar la cantidad de personas por área en cada zona. Los tiempos en los que se programen las ocupaciones están definidos por medio de la opción PROGRAMACION, tomando el tipo de utilidad dado en cada zona respectivamente.

El tipo de ubicación para la zona BATHROOM es de 0.5200. (*Ver Ilustración 83*)

El tipo de ubicación para la zona KITCHEN es de 0.3200. (Ver Ilustración 83)

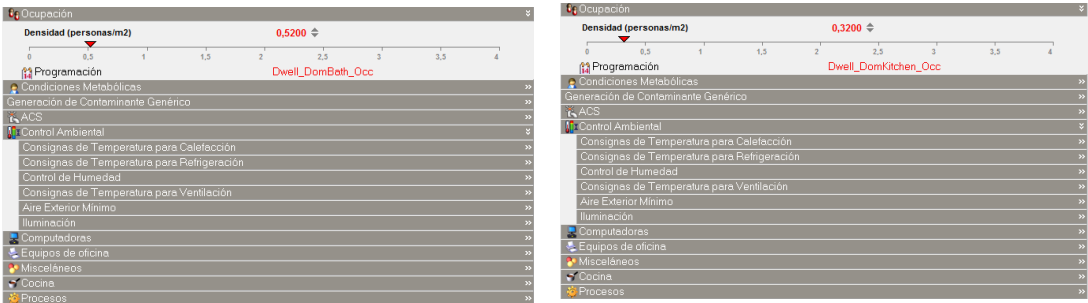


Ilustración 83 Plantilla de Ocupación seleccionada- BATHROOM – KITCHEN en Design Builder©

El tipo de ubicación para la zona KITCHEN es de 0.2000. (Ver Ilustración 84)



Ilustración 84 Plantilla de Ocupación seleccionada- BATHROOM – LOUNGE en Design Builder©

ZONA	PROGRAMACION	PROMEDIO AREA POR PERSONA	AREA ZONA	DENSIDAD (PERSONANAS M2)
BATHROOM	Dwell_DomCirculation_Heat	1	1.838	0.5200
KITCHEN	Dwell_DomCirculation_Heat	2	6.296	0.3200
BEDROOM	Dwell_DomCirculation_Heat	1	3.742	0.2900
LOUNGE	Dwell_DomCirculation_Heat	1		0.2000

Tabla 9 Selección de plantilla de actividad para diferentes zonas de la vivienda. Fuente, elaboración propia

Condiciones metabólicas

En la etiqueta de METABOLISMO se puede determinar la cantidad de calor producido por una persona al interior del apartamento. Esta actividad está predeterminada de acuerdo a cada zona específica en el software

Los datos que se ingresan en esta etiqueta son de vestimenta y de factor, y se seleccionan en base a las tasas metabólicas descritas por La ASHRAE.


Condiciones Metabólicas


Actividad

Factor (Hombre=1.00, Mujer=0.85, Niño=0.75)

Tasa de generación de CO2 (m3/s-W)

Eating/drinking

0.90

0.0000000382

Ilustración 85 Descripción de la plantilla de METABOLISMO en Design Builder®

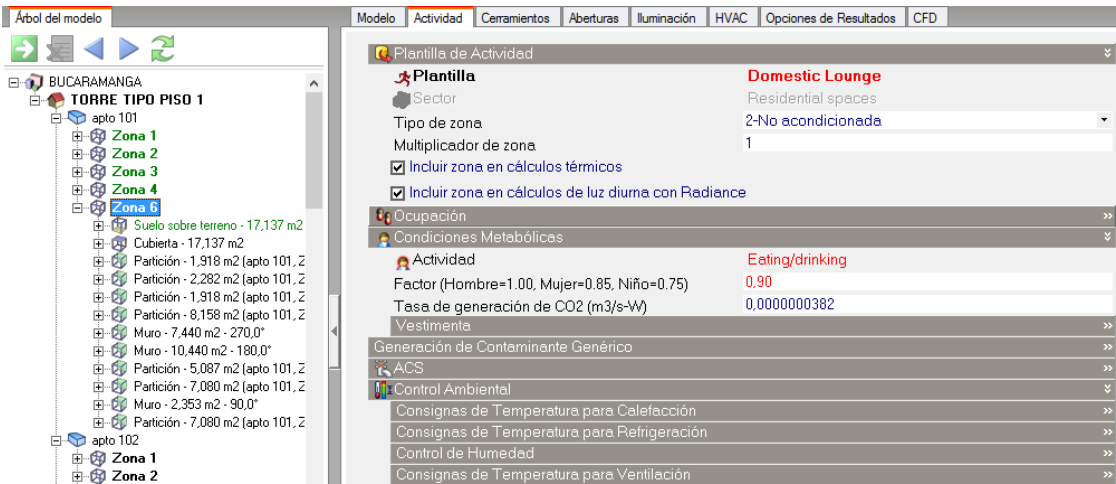


Ilustración 86 Descripción de la plantilla de METABOLISMO, DOMESTIC LOUNGE en Design Builder®

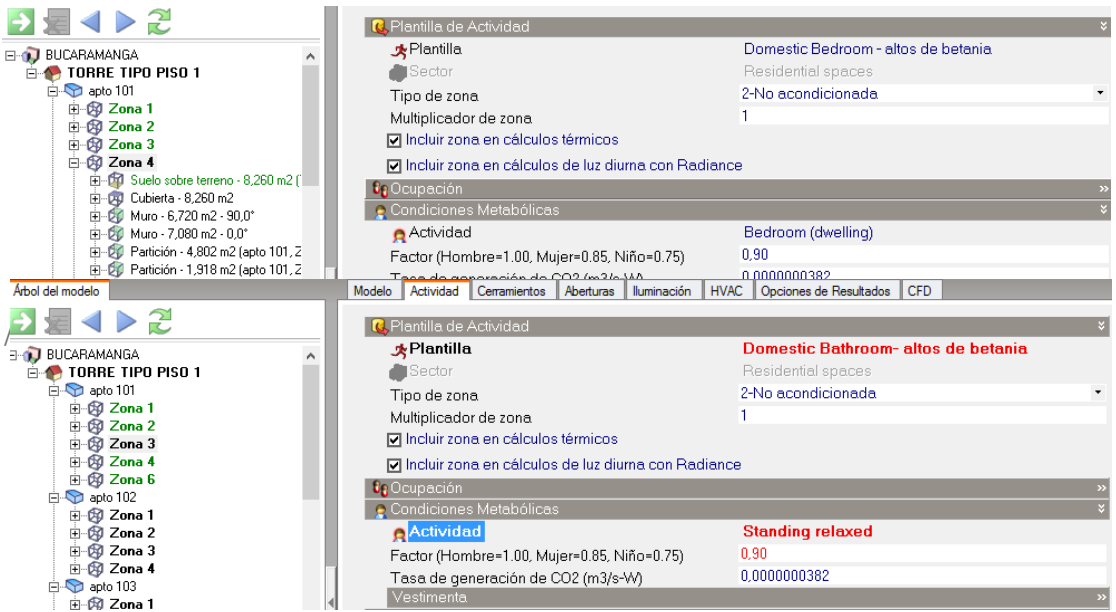


Ilustración 88 Descripción de la plantilla de METABOLISMO.DOMESTIC BATHROOM, en Design Builder®

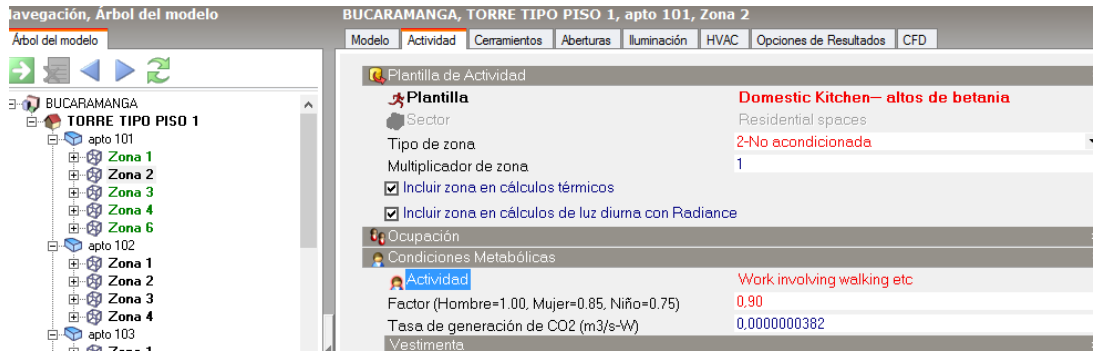


Ilustración 89 Descripción de la plantilla de METABOLISMO.DOMESTIC KITCHEN, en Design Builder©

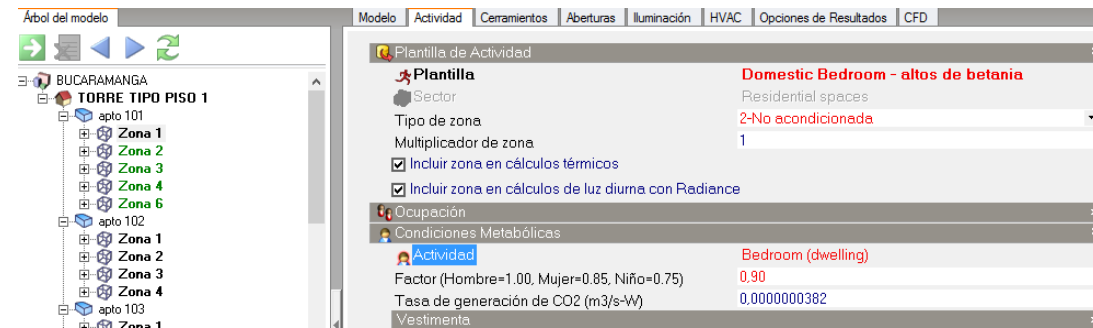


Ilustración 90 Descripción de la plantilla de METABOLISMO.DOMESTIC BEDROOM, en Design Builder©

Control ambiental

En esta opción se pueden ingresar los datos relacionados con la temperatura de los equipos de calefacción, aires acondicionado y los diferentes controles de humedad, los cuales se tomaran en cuenta para el análisis de la vivienda.

De igual manera se necesita el valor de la temperatura de la ventilación natural debido a que Design Builder© lo usa en el análisis para el control de acceso de aire exterior, fijando un valor de 24°C por ser un espacio netamente residencial.

Los datos mínimos de aire fresco, se actualizan automáticamente en la pestaña de ACTIVIDAD que se use desde el inicio para una zona determinada. La iluminación esta definida por 200 lux para las diferentes zonas de la vivienda.

Descripción del control ambiental

BUCARAMANGA, TORRE TIPO PISO 1

Modelo **Actividad** Cerramientos Aberturas Iluminación HVAC Generación Opciones de Resultados CFD

Control Ambiental

Consignas de Temperatura para Calefacción

Calefacción (°C) 18,0

Consigna secundaria (°C) 12,0

Consignas de Temperatura para Refrigeración

Refrigeración (°C) 26,0

Consigna secundaria (°C) 28,0

Control de Humedad

Consigna de HR - Humidificación (%) 20

Consigna de HR - Deshumidificación (%) 90,0

Consignas de Temperatura para Ventilación

Ventilación Natural

☒ Temperatura interior mínima

Especificación de temperatura mínima 1-Mediante valor

Temperatura mínima (°C) 24,0

☐ Temperatura interior máxima

Aire Exterior Mínimo

Aire exterior por persona (l/s-persona) 10

Aire exterior por área (l/s-m2) 0

Iluminación

Nivel mínimo de Iluminancia (lux) 200

Dens. de iluminación de tarea y acento (W/m2) 0

Edición Visualización Diseño de calefacción Diseño de refrigeración Simulación CFD Iluminación Natural Coste y Carbono

Ilustración 91. Descripción del control ambiental, en Design Builder©

Es preciso que se integren parámetros de las densidades de iluminación en valores de Watts por unidad de área (W/m2), solamente en sitios en los cuales se desee enfatizar o profundizar para determinar los diferentes tipos de luminarias.

Cerramiento

Plantilla de cerramientos

Aquí se debe construir el modelado de conducción de calor , por medio del material constructivo que se esta utilizando en el suelo y muros, en este caso es una mampostería en ladrillo H10, concreto de 3000 psi, entre otros. También se pueden determinar las propiedades de los materiales, como lo son la termo-física y texturas de todas las superficies. De igual manera se observa en la *Ilustración 93* la creación de plantillas que contienen todas las características constructivas.

Ilustración 92 Descripción de las opciones en la etiqueta de cerramiento en Design Builder©

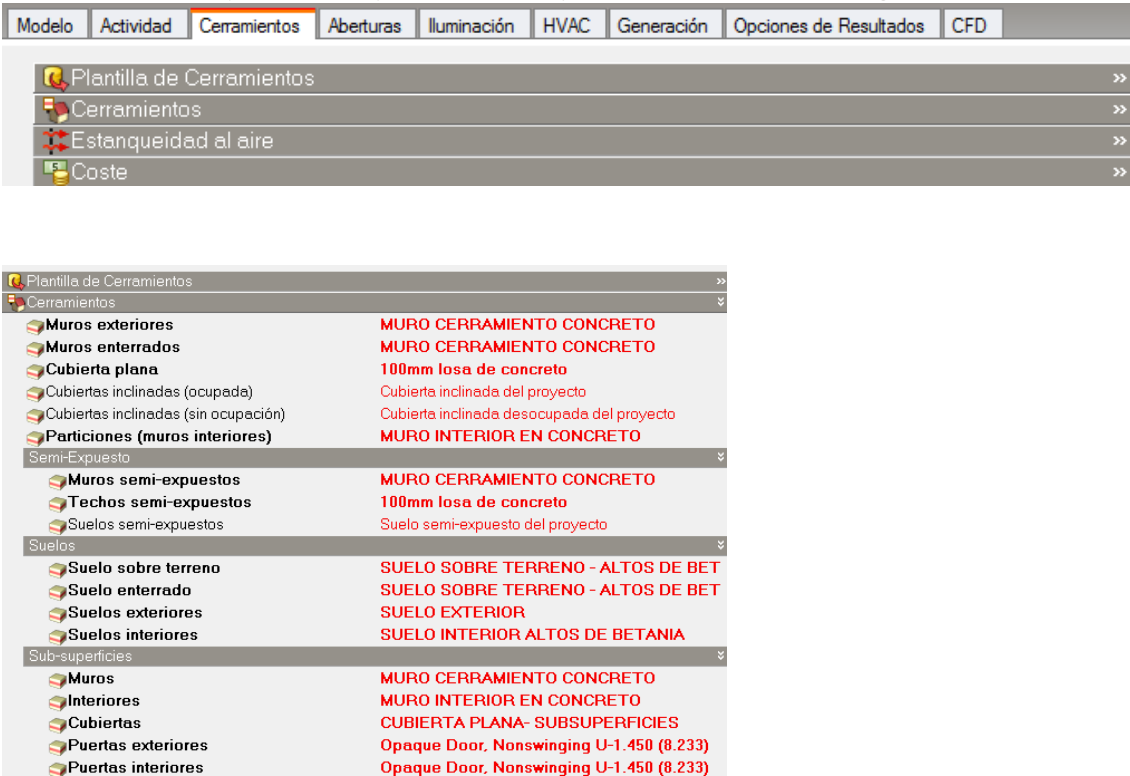


Ilustración 93 Opciones de plantillas para los diferentes cerramientos en Design Builder©

Fijar Espesores de Superficies		
☒ Muro	Esesor de muros (m)	0,100
☒ Muro enterrado	Esesor de muro enterrado (m)	0,100
☒ Partición	Esesor de partición (m)	0,100
☒ Suelo sobre terreno	Esesor de suelo (m)	0,100
☒ Suelo enterrado	Esesor de suelo (m)	0,100
☒ Suelo exterior	Esesor de suelo (m)	0,100
☒ Suelo interior	Esesor de suelo (m)	0,100
☒ Suelo semi-expuesto	Esesor de suelo (m)	0,100
☒ Techo semi-expuesto	Esesor de techo (m)	0,100
☒ Cubierta plana	Esesor de cubierta plana (m)	0,100
☒ Cubierta inclinada	Esesor de cubierta inclinada (m)	0,100

Ilustración 94 Espesor de las superficies, en Design Builder©

Muros exteriores

Los muros externos de las torres conforman las fachadas principales las cuales están divididas en muros de concreto o pantallas de 10cm de espesor y en muros de ladrillo H10 (espesor 10 cm, altura de 20 cm y profundidad de 30 cm), sin friso.



Ilustración 95 Mampostería en Ladrillo H10.

Las propiedades de los muros se muestran en la *Ilustración 96 y 97*. (En la parte izquierda el tipo de textura y en la derecha las propiedades de transmision de calor)

Superficie exterior



100.00mm Brickwork, Outer Leaf

Superficie interior

Superficie interior

Coefficiente de transferencia convectiva de calor (W/m²-K)

Coefficiente de transferencia radiante de calor (W/m²-K)

Resistencia superficial (m²-K/W)

Superficie exterior

Coefficiente de transferencia convectiva de calor (W/m²-K)

Coefficiente de transferencia radiante de calor (W/m²-K)

Resistencia superficial (m²-K/W)

Sin Puentes Térmicos

Valor U de superficie a superficie (W/m²-K)

Valor R (m²-K/W)

Valor U (W/m²-K)

Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)

Espesor (m)

Km - Capacidad térmica interna (KJ/m²-K)

Límite superior de resistencia (m²-K/W)

Límite inferior de resistencia (m²-K/W)

Valor U de superficie a superficie (W/m²-K)

Valor R (m²-K/W)

Valor U (W/m²-K)

Ilustración 96 .Propiedades de transmisión de calor de la mampostería exterior en ladrillo H10 en Ilustración 97 Propiedades de transmisión de calor en muros externos de concreto, en Design Builder®

Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor (W/m2-K)	2,152
Coefficiente de transferencia radiante de calor (W/m2-K)	5,540
Resistencia superficial (m2-K/W)	0,130
Superficie exterior	
Coefficiente de transferencia convectiva de calor (W/m2-K)	19,870
Coefficiente de transferencia radiante de calor (W/m2-K)	5,130
Resistencia superficial (m2-K/W)	0,040
Sin puentes térmicos	
Valor U de superficie a superficie (W/m2-K)	11,300
Valor R (m2-K/W)	0,258
Valor U (W/m2-K)	3,869
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)	
Espesor (m)	0,100
Km - Capacidad térmica interna (KJ/m2-K)	100,0000
Límite superior de resistencia (m2-K/W)	0,258
Límite inferior de resistencia (m2-K/W)	0,258
Valor U de superficie a superficie (W/m2-K)	11,300
Valor R (m2-K/W)	0,258
Valor U (W/m2-K)	3,869

Superficie interior

Muros interiores

Los muros o pantallas internas de las torres conforman la división de los espacios de la vivienda, estos muros son de concreto de 10cm de espesor sin friso.

as propiedades de los muros se muestran en la *Ilustración 98*. (En la parte izquierda el tipo de textura y en la derecha las propiedades de transmision de calor)

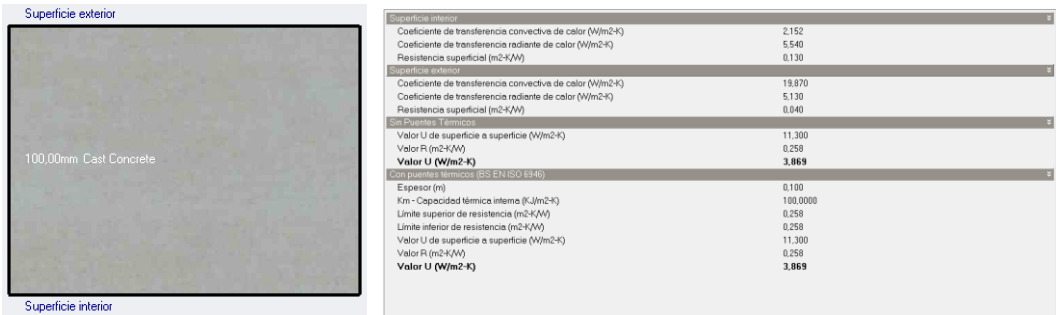


Ilustración 98 Propiedades de transmisión de calor en muros internos de concreto, en Design Builder®

Suelo interior, pisos intermedios

El suelo interior de los pisos 2, 3 y 4 son de concreto de 10 cm, su composición es solo de una capa de concreto ya que no hay ningún tipo de baldosa sobre esta superficie.

Las propiedades del suelo se muestran en la *Ilustración 99*. (En la parte izquierda el tipo de textura y en la derecha las propiedades de transmision de calor)

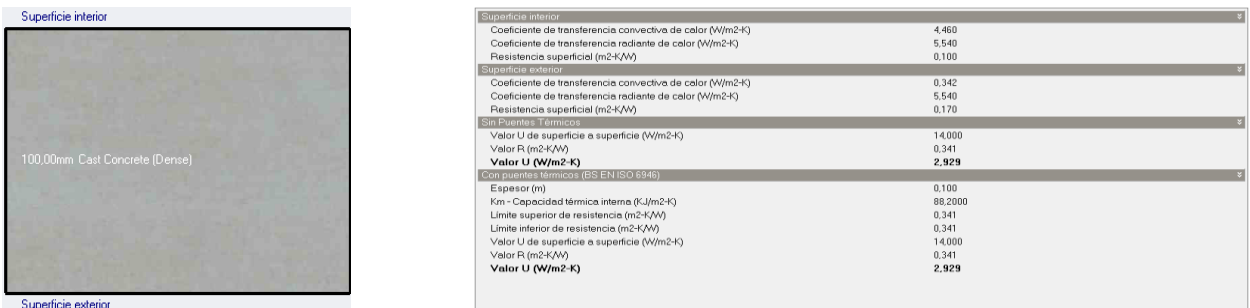


Ilustración 99 Propiedades de trasmisión de calor del suelo en pisos 2, 3 y 4 en Design Buidr®

Suelo interior, primer piso

El suelo interior del piso 1 es de concreto de 35 cm, su composición es solo de una capa de concreto ya que no hay ningún tipo de baldosa sobre esta superficie.

Las propiedades del suelo se muestran en la *Ilustración 100*. (En la parte izquierda el tipo de textura y en la derecha las propiedades de transmisión de calor)

	Inner surface	
	Convective heat transfer coefficient (W/m ² ·K)	4.460
	Radiative heat transfer coefficient (W/m ² ·K)	5.540
	Surface resistance (m ² ·K/W)	0.100
	Outer surface	
	Convective heat transfer coefficient (W/m ² ·K)	0.342
	Radiative heat transfer coefficient (W/m ² ·K)	5.540
	Surface resistance (m ² ·K/W)	0.170
	No Bridging	
	U-Value surface to surface (W/m ² ·K)	4.667
	R-Value (m ² ·K/W)	0.484
	U-Value (W/m²·K)	2.065
	With Bridging (BS EN ISO 6946)	
	Thickness (m)	0.3000
	Km - Internal heat capacity (kJ/m ² ·K)	176.4000
	Upper resistance limit (m ² ·K/W)	0.484
	Lower resistance limit (m ² ·K/W)	0.484
	U-Value surface to surface (W/m ² ·K)	4.667
	R-Value (m ² ·K/W)	0.484
	U-Value (W/m²·K)	2.065

Ilustración 100 Propiedades de trasmisión de calor del piso 1 en Design Builder®

Convección superficial		«
Diseño de Calefacción		«
Algoritmo de convección interior	1-AdaptiveConvectionAlgorithm	▼
Algoritmo de convección exterior	6-DOE-2	▼
Diseño de refrigeración		«
Algoritmo de convección interior	1-AdaptiveConvectionAlgorithm	▼
Algoritmo de convección exterior	6-DOE-2	▼
Simulación		«
Algoritmo de convección interior	1-AdaptiveConvectionAlgorithm	▼
Algoritmo de convección exterior	6-DOE-2	▼

Ilustración 101. Convección superficial, en Design Builder®

Estanquidad del aire

Allí se determina todas las posibles entradas de aire no permitidas de manera intencional, es decir, aquellas que ingresen por aberturas, grietas o cualquier tipo de perforación provocada por fallas técnicas.

Design Builder®, posee una pestaña denominada, modelar infiltración, con el cual se crean las plantillas de grietas, estas se tienen en cuenta al momento de hacer la simulación.

Estanquidad al aire		«
☒ Modelar infiltración		
Tasa (renov/h)	0.700	
 Programación	On	

Ilustración 102. Estanquidad al aire., en Design Builder®

Funcionamiento de las ventanas

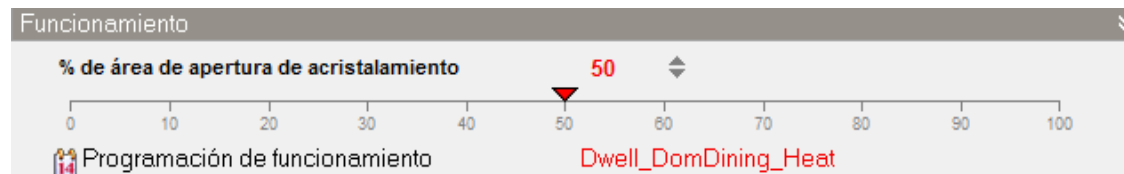


Ilustración 103 Funcionamiento de las ventanas, en Design Builder®

ABERTURAS DE LAS VENTANAS

Planilla de acristalamiento

Se identifica cada vano con sus características específicas en las diferentes zonas de la edificación. Allí se especifican los tipos del marco, divisores y los dimensionamientos (altura, profundidad y ancho)

Plantilla de Acristalamiento	
Plantilla	Plantilla de acristalamiento del proyecto
Ventanas Exteriores	
Tipo de acristalamiento	Sgl Clr 3mm
Distribución de acristalamiento	Horizontal strip, 50% glazed
Dimensiones	
Tipo	4-Ancho y altura fijos
Ancho de ventanas (m)	3,00
Altura de ventanas (m)	1,50
Espaciamiento de ventanas (m)	5,00
Altura del alféizar (m)	0,80
Reborde	
Marco y Divisores	
☒ ¿Tiene marco/divisores?	
Cerramientos	Aluminium window frame (with thermal break)
Divisores	
Tipo	2-Suspendido
Ancho (m)	0,0200
Divisores horizontales	0
Divisores verticales	1
Proyección exterior (m)	0,000
Proyección interior (m)	0,000
Ratio de cond. borde-centro de vidrio	1,000
Marco	
Ancho (m)	0,0400
Proyección interior (m)	0,000
Proyección exterior (m)	0,000

Ilustración 104 Plantilla de acristalamiento, Design Builder®

Creación de perfiles o plantillas de ocupación

Las plantillas de ocupación se realizan para poder entender cual es la ocupación de cada una de las partes del conjunto Altos de Betania, de esta manera se conocen cuales son los momentos del día en que las zonas del edificio estan mas ocupadas, esto se representa en un intervalo de 0 – 100, siendo cero la menor ocupación y cien la mayor ocupación.

Para esto se crean tres plantillas: (Ver *Ilustraciones 106, 107 y 108*)

- Altos de Btania, entre semana
- Altos de Betania, fines de semana
- Altos de Betania, vacaciones

Ademas de esto se hace un perfil de ocupación para los equipos de Cocina e Iluminación, (Ver *Ilustración 109, 110, 111 y 112*)

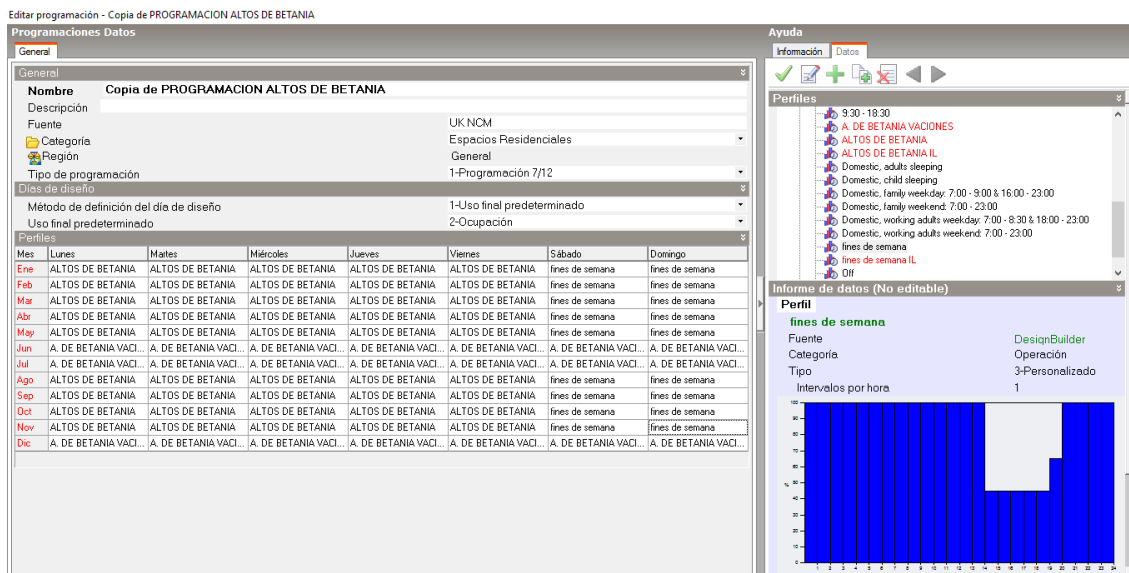


Ilustración 105 Programación general, Altos de Betania, en Design Builder®

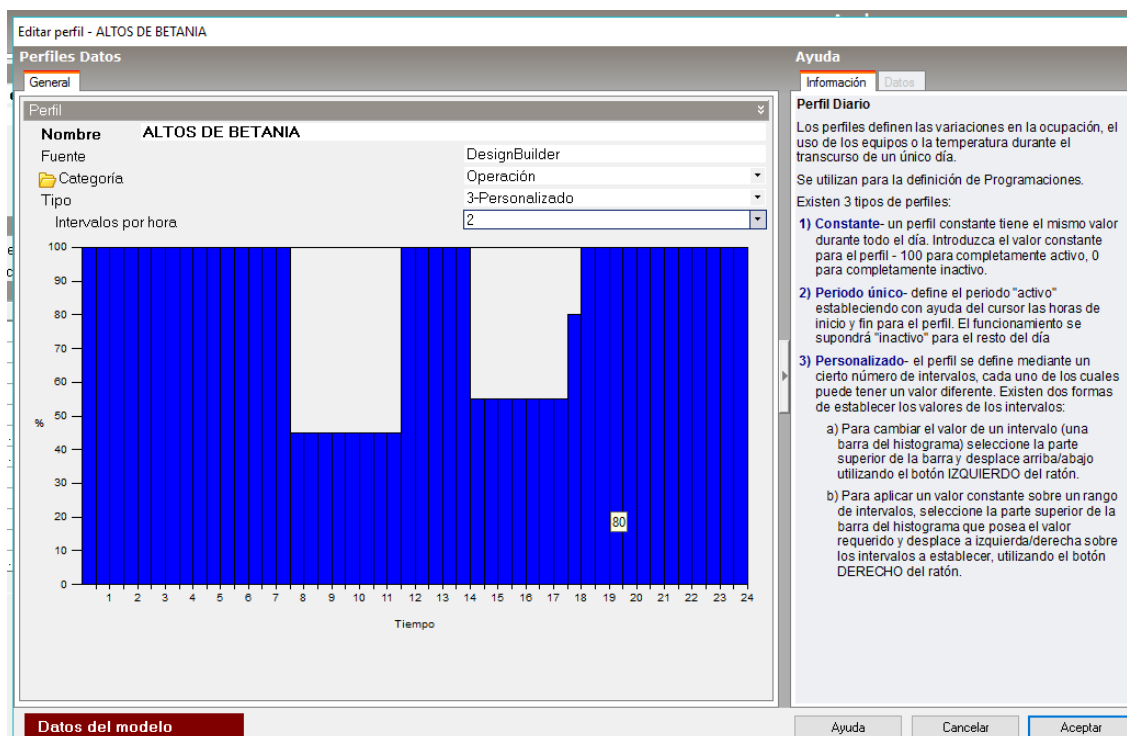


Ilustración 106 Plantilla Altos de Betania, entre semana, en Design Builder®

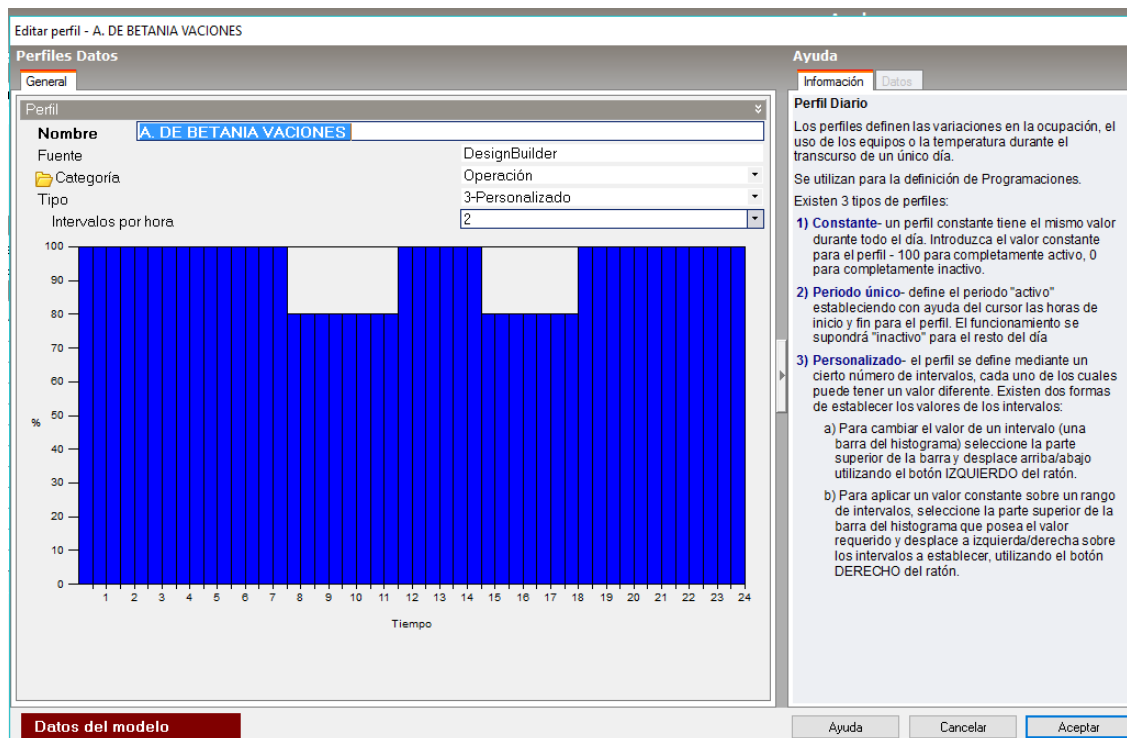


Ilustración 107 Plantilla Altos de Betania, vacaciones, en Design Builder®

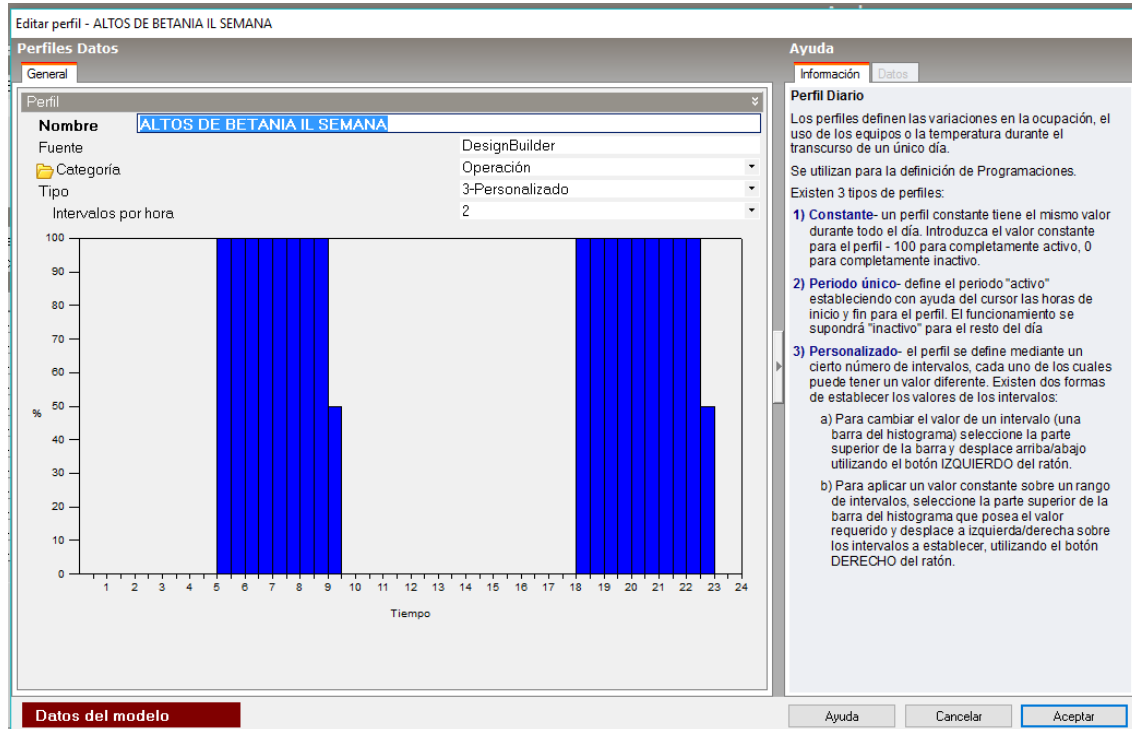


Ilustración 108 Plantilla Altos de Betania, fines de semana, en Design Builder®

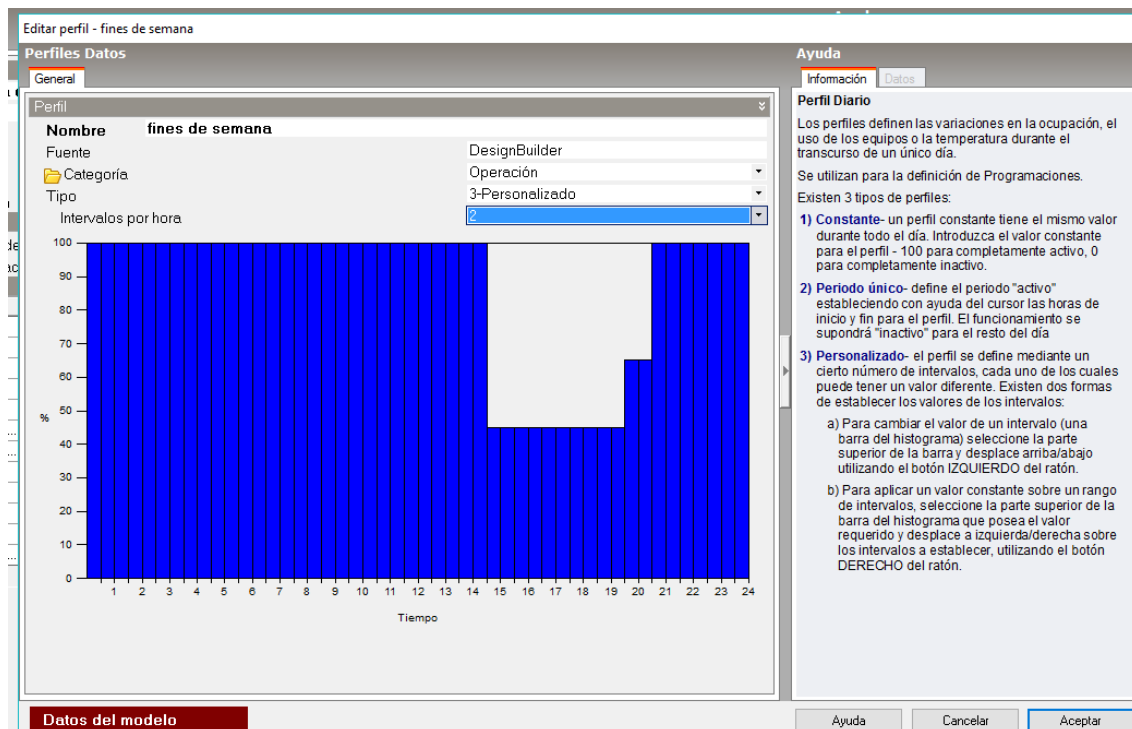


Ilustración 109 Perfil de ocupación para los equipos de Iluminación entre semana, Design Builder®

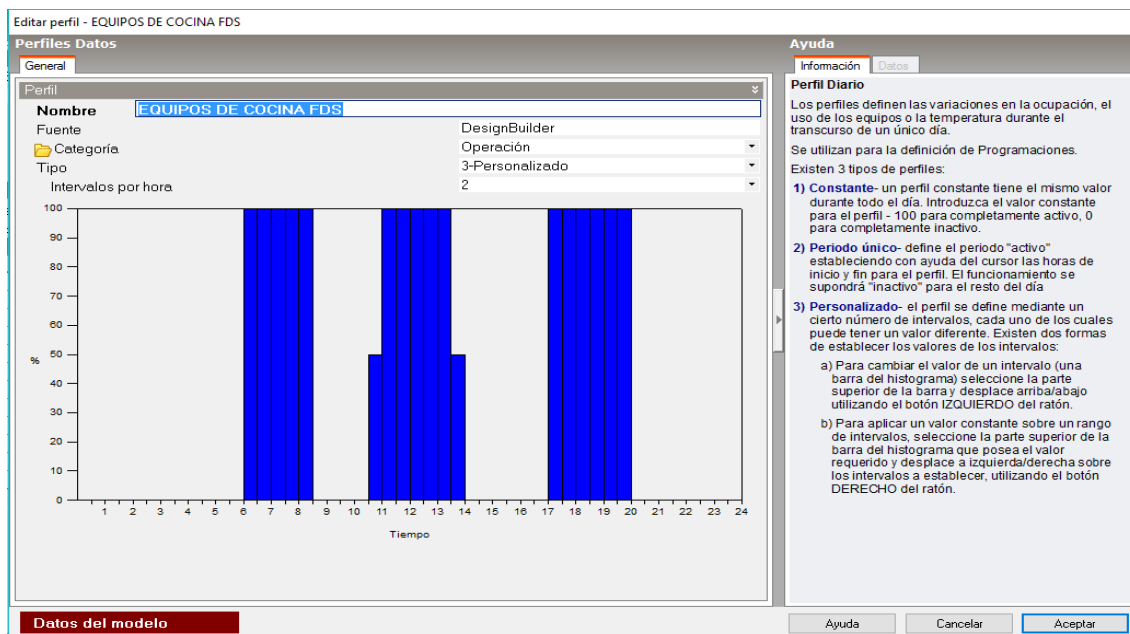


Ilustración 111 Perfil de ocupación para los equipos de Cocina entre semana, Design Builder®

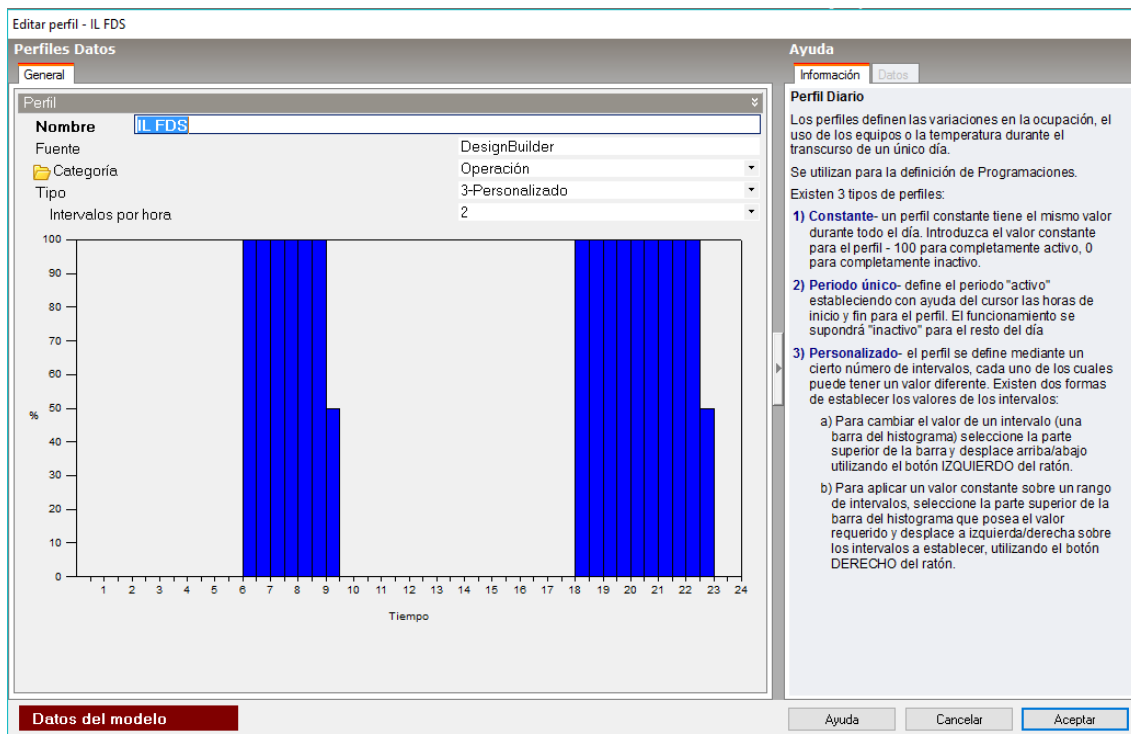


Ilustración 110 Perfil de ocupación para los equipos de Iluminación en los fines de semana, Design Builder®

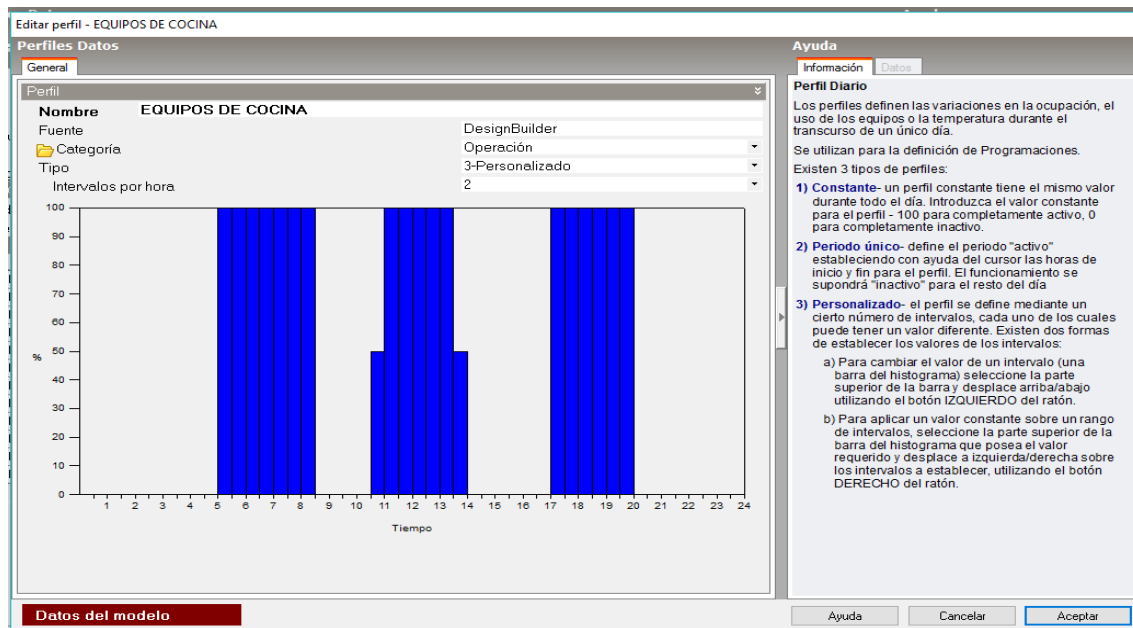


Ilustración 112 Ilustración 111 Perfil de ocupación para los equipos de Cocina en los fines de semana, Design Builder®