

Interreg



EUROPEAN UNION

Sudoe



Smart Heritage City

European Regional Development Fund

E1.4.1 – MODELO DE DATOS 3D URBANO SHCITY

Febrero de 2017

SHCITY - SOE1/P1/E0332

- Versión 1.0 -

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. El modelo de datos CityGML	4
3. El modelo de datos SHCity	7
3.1. Información relativa a cada ámbito de aplicación	7
3.1.1. Eficiencia Energética	8
3.1.2. Conservación Preventiva	12
3.1.3. Eventos de Seguridad	18
3.1.4. Visitantes	19
3.1.5. Entorno Cercano	23
3.2. Elementos Urbanos	26
3.3. Propiedades Semánticas del Modelo Urbano	26
4. Datos necesarios para generar el modelo SHCity	28
4.1. Fuentes de datos	28
4.2. Proceso de generación	29
5. Conclusiones	31

1. Introducción

Este entregable es el resultado de la Actividad 1.4 Definición del Modelo 3D Urbano SHCity. La descripción de dicha actividad se corresponde con la definición del modelo de datos para la representación de la información urbana, incluyendo los edificios y otros elementos del entorno urbano como zonas verdes, calles, o elementos de mobiliario urbano. El modelo incluye información geométrica y semántica coherentemente relacionada. Se definirá un modelo urbano basado en el standard CityGML que incluirá las extensiones necesarias para la elaboración de los modelos de gestión de los centros históricos definidos en el proyecto. Se identificarán los enlaces que permitan relacionar la información de la infraestructura de los sensores con los elementos correspondientes del modelo urbano, tanto a nivel de edificio como de otros elementos urbanos. Se definirán las fuentes de datos necesarias para la generación del modelo. Se desarrollarán las funcionalidades necesarias para la generación del modelo.

El trabajo llevado a cabo en esta actividad se sintetiza en este entregable que se estructura de la siguiente manera: En primer lugar se presenta y describe el modelo de datos CityGML, estándar definido por la OGC para la representación de la información de las ciudades a varias escalas y con diferentes niveles de detalle que se utiliza como estándar de referencia para el diseño del modelo de datos SHCity. A continuación se presenta el modelo de datos SHCity, donde se detallan tanto los elementos urbanos que compondrán el modelo, así como la información relativa a cada ámbito de interés del proyecto. Finalmente se presentan las fuentes de datos identificadas para la generación del modelo SHCity y el procedimiento de generación de dicho modelo a partir de las fuentes identificadas. El documento finaliza con la presentación de las conclusiones.

2. El modelo de datos CityGML

CityGML es un modelo de datos abierto en formato basado en XML para el almacenamiento e intercambio de modelos virtuales de ciudades en 3D definido por la OGC. El objetivo del desarrollo de CityGML es llegar a una definición común de las entidades básicas, atributos y relaciones de un modelo de ciudad en 3D. Lo que es especialmente importante, ya que permite la reutilización de los mismos datos en diferentes campos de aplicación.

CityGML no sólo representa el aspecto gráfico de los modelos de ciudad, también representa las propiedades semánticas y temáticas, taxonomías y agregaciones. CityGML incluye un modelo geométrico y un modelo temático. El modelo geométrico permite definir homogénea y coherentemente las propiedades geométricas y topológicas de los objetos espaciales del modelo 3D de la ciudad.

El modelo temático de CityGML emplea el modelo de la geometría de las diferentes áreas temáticas como: modelos digitales del terreno, los sitios (es decir, edificios), la vegetación, hidrografía, instalaciones de transporte y mobiliario urbano. Otros objetos, que no están explícitamente modelados, pueden representarse utilizando el concepto de objetos genéricos y atributos. Pueden realizarse extensiones del modelo de datos CityGML utilizando el Application Domain Extensions (ADE).

Entre las principales características de CityGML cabe destacar las siguientes:

- **Modelado multi escala**

CityGML admite diferentes niveles de detalle (Levels of Detail - LoD). En un conjunto de datos CityGML, el mismo objeto puede ser representado en diferentes LoD simultáneamente. Esto permite analizar y visualizar el mismo objeto con diferentes grados de resolución (ver Figura 1). LoD0: Es el modelo digital del terreno en dos dimensiones y media. Un mapa o una imagen aérea pueden representarse mediante este nivel. LoD1: Es el modelo de bloques que representa edificios mediante prismas con techos planos. LoD2: Diferencia las estructuras del tejado y fachadas. Los objetos de vegetación también pueden ser representados en este nivel. LoD3: Refleja los modelos arquitectónicos detallando aperturas en fachadas y tejados (ventanas, puertas, balcones, etc.) Pueden asignarse texturas de alta resolución a estas estructuras. Además, la vegetación detallada y los objetos de transporte pueden representarse también en este nivel. LoD4: Completa el LoD3 añadiendo estructuras interiores. Por ejemplo, los edificios se componen de habitaciones, puertas, escaleras y muebles.

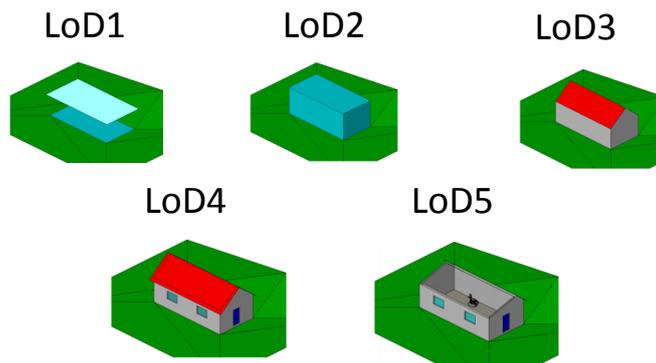


Figura 1 Niveles de detalle en CityGML

- **Modelado coherente semántica y geoméricamente**

Uno de los principios de diseño más importante de CityGML es el modelado coherente de la semántica y las propiedades geométricas/topológicas. En el nivel semántico, las entidades del mundo real se representan mediante características, tales como edificios, paredes, ventanas o habitaciones. La descripción también incluye los atributos, las relaciones y jerarquías de agregación entre las características. De este modo, parte de las relaciones entre características puede ser obtenido del nivel semántico sin contar con la geometría. Sin embargo, a nivel espacial, los objetos geoméricos son asignados a las características representando su ubicación espacial y la extensión. El modelo consta de dos jerarquías: la semántica y geométrica en el cual los objetos están unidos por relaciones.

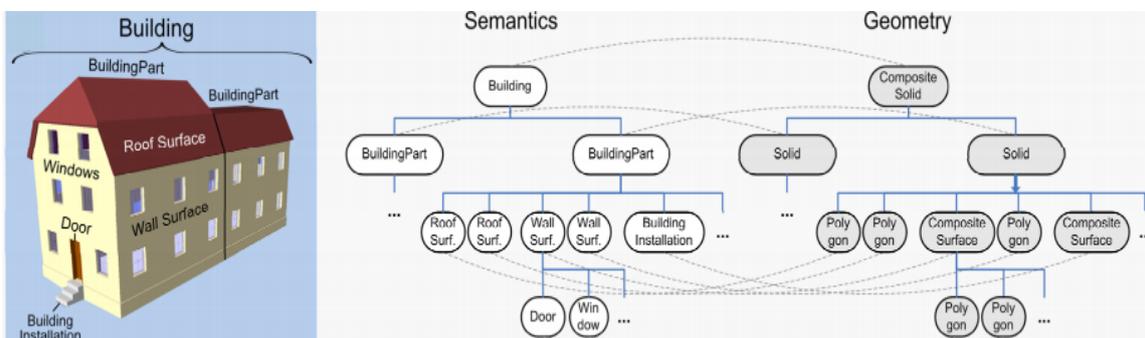


Figura 2 Coherencia entre geometría y semántica en CityGML

- **Extensibilidad de CityGML**

CityGML ha sido diseñado como un modelo universal de información topográfica que define los tipos de objetos y atributos que son útiles para una amplia gama de aplicaciones. Es probable que en aplicaciones prácticas los objetos dentro del modelo de la ciudad en 3D necesiten algún atributo que no está definido explícitamente en CityGML. Por otra parte, puede haber objetos en 3D que no están cubiertos por las clases temáticas de CityGML. Para extender un modelo urbano, CityGML proporciona dos conceptos diferentes:

Objetos genéricos y atributos: Este concepto permite la extensión de las aplicaciones CityGML en tiempo de ejecución. Cualquier objeto de ciudad puede ampliarse mediante atributos adicionales, cuyos nombres, tipos de datos

y valores pueden ser proporcionados por una aplicación sin ningún cambio en el esquema de CityGML. Del mismo modo, las características que no están representadas en las temáticas predefinidas de CityGML pueden ser modeladas utilizando los objetos genéricos.

Application Domain Extensión (ADE): Las extensiones del dominio de aplicación (ADE) especifican las adiciones al modelo de datos CityGML. Tales adiciones abarcan la introducción de nuevas características a las clases existentes de CityGML. Por ejemplo el número de habitantes de un edificio o de la definición de los nuevos tipos de objeto. La diferencia entre ADEs y los objetos genéricos y atributos consiste en que un ADE tiene que ser definido en un nuevo archivo en el que se define el esquema XML. La ventaja de este acercamiento es que la extensión está especificada formalmente. Los documentos extendidos pueden ser validados contra CityGML y el esquema de la ADE.

- **Modularidad**

En el nivel temático CityGML define clases y relaciones para los objetos topográficos más relevantes de las ciudades y de los modelos regionales que abarcan: las estructuras, la elevación, la vegetación, cuerpos de agua, mobiliario urbano, etc. Además de la geometría y del contenido de la apariencia estos componentes temáticos permiten emplear los modelos virtuales de la ciudad 3D para las tareas de análisis en diversos dominios del uso como: simulaciones, minería de datos urbana, gestión de instalaciones e investigaciones temáticas.

3. El modelo de datos SHCity

3.1. Información relativa a cada ámbito de aplicación

Se incluye a continuación la información relativa a cada uno de los ámbitos de aplicación del proyecto SHCity. Las siguientes secciones recogen el listado de indicadores identificados desde cada uno de los ámbitos de aplicación como de interés para representar en la aplicación SHCity-Gestor. También se recoge el espacio temporal de representatividad del indicador (mensual, anual, máxima, mínima, etc.). El elemento urbano al que hace referencia (edificio, zona, distrito, etc.) también se indica en las tablas. Por último, la unidad de medida del indicador, cuando aplica y los posibles valores que puede tomar el indicador, cuando sea un valor de una lista predefinida.

Estas tablas podrán variar a lo largo del desarrollo del proyecto, adaptándose a nuevos requerimientos o adaptaciones debidas a la disponibilidad o ausencia de datos para la obtención de los indicadores identificados.

Se identifican también, en caso de ser necesario, información adicional a la recogida por los sensores para calcular dichos indicadores. Esta información será la información estructural del entorno urbano que deberá estar contenida en el modelo urbano SHCity.

3.1.1. Eficiencia Energética

La siguiente tabla (Tabla 1) recoge el listado y los detalles de los indicadores identificados para el ámbito de Eficiencia Energética. A modo de resumen se establecen las siguientes ideas generales:

- Los consumos medios anuales se guardará 1 valor por edificio, correspondiente al último año. Se actualiza una vez al mes.
- Los consumos medios mensuales se guardarán 12 valores por edificio, uno por mes.
- El número total de indicadores es de 24 que se pueden clasificar en las siguientes categorías:
 1. Energía Total
 2. Energía para Calefacción
 3. Energía para Iluminación
 4. Energía para Iluminación Exterior
- La información de las 3 primeras categorías hace referencia a los edificios del entorno urbano mientras la última categoría hace referencia al distrito.

Tabla 1 Listado y detalles de los indicadores de Eficiencia Energética

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
Consumo anual de energía	Consumo medio anual de energía total. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	kWh/año	Continuo
Consumo mensual de energía	Consumo medio mensual de energía total (12 valores, uno por mes)	Edificio	kWh/mes	Continuo
Consumo anual de energía por metro cuadrado	Consumo medio anual de energía total por metro cuadrado de superficie. (=consumo anual / área del edificio)	Edificio	kWh/m ² *año	Continuo
Consumo anual de energía por persona	Consumo medio anual de energía total por persona (=consumo anual / habitantes del	Edificio	kWh/persona*año	Continuo

	edificio)				
Consumo anual de energía por metro cuadrado por grado día	Consumo anual de energía por metro cuadrado por grado día	Edificio	kWh/m ² .year.DD	Continuo	
Gasto anual de energía	Gasto derivado del consumo medio anual de energía total (Se guarda solo el del último año).	Edificio	€/año	Continuo	
Gasto mensual de energía	Gasto derivado del consumo medio mensual de energía total (12 valores, uno por mes)	Edificio	€/mes	Continuo	
Consumo anual de energía para calefacción	Consumo medio anual de energía para calefacción. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	kWh/año	Continuo	
Consumo mensual de energía para calefacción	Consumo medio mensual de energía para calefacción (12 valores, uno por mes)	Edificio	kWh/mes	Continuo	
Consumo anual de energía para calefacción por metro cuadrado	Consumo medio anual de energía para calefacción por metro cuadrado de superficie. (=consumo anual / área del edificio)	Edificio	kWh/m ² *año	Continuo	
Consumo anual de energía para calefacción por persona	Consumo medio anual de energía para calefacción por persona (=consumo anual / habitantes del edificio)	Edificio	kWh/persona*año	Continuo	
Consumo anual de energía para calefacción por metro cuadrado por grado día	Consumo anual de energía para calefacción por metro cuadrado por grado día	Edificio	kWh/m ² .year.DD	Continuo	
Gasto anual de energía para calefacción	Gasto derivado del consumo medio anual de energía para calefacción (Se guarda solo el del último año).	Edificio	€/año	Continuo	
Gasto mensual de energía para calefacción	Gasto derivado del consumo medio mensual de energía para calefacción (12 valores, uno por	Edificio	€/mes	Continuo	

	mes)					
Consumo anual de energía para iluminación	Consumo medio anual de energía para iluminación. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	kWh/año	Continuo		
Consumo mensual de energía para iluminación	Consumo medio mensual de energía para iluminación (12 valores, uno por mes)	Edificio	kWh/mes	Continuo		
Consumo anual de energía para iluminación por metro cuadrado	Consumo medio anual de energía para iluminación por metro cuadrado de superficie. (=consumo anual / área del edificio)	Edificio	kWh/m ² *año	Continuo		
Consumo anual de energía para iluminación por persona	Consumo medio anual de energía para iluminación por persona (=consumo anual / habitantes del edificio)	Edificio	kWh/persona*año	Continuo		
Gasto anual de energía para iluminación	Gasto derivado del consumo medio anual de energía para iluminación (Se guarda solo el del último año).	Edificio	€/año	Continuo		
Gasto mensual de energía para iluminación	Gasto derivado del consumo medio mensual de energía para iluminación (12 valores, uno por mes)	Edificio	€/mes	Continuo		
Consumo anual de iluminación exterior	Consumo medio anual de energía para iluminación exterior. (Se guarda solo el del último año)	Distrito	kWh/año	Continuo		
Consumo mensual de iluminación exterior	Consumo medio mensual de energía para iluminación exterior. (12 valores, uno por mes)	Distrito	kWh/mes	Continuo		
Gasto anual de energía para iluminación exterior	Gasto derivado del consumo medio anual de energía para iluminación exterior (Se guarda solo el del último año).	Distrito	€/año	Continuo		

Gasto mensual de energía para iluminación exterior	Gasto derivado del consumo medio mensual de energía para iluminación exterior (12 valores, uno por mes)	Distrito	€/mes	Continuo
---	---	----------	-------	----------

Para el cálculo de los indicadores definidos en la tabla de arriba se hace necesaria la colocación de sensores y medidores de consumo en los emplazamientos a monitorizar. Además de los sensores y medidores a colocar es necesario disponer de cierta información estructural del edificio o entorno. La siguiente tabla muestra un listado de esta información estructural requerida:

Tabla 2 Información estructural para el cálculo de los indicadores de eficiencia energética

DATO	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
Superficie del edificio	Área total de suelo del edificio (superficie de la planta baja multiplicado por el número de pisos)	Edificio	m ²	Continuo
Habitantes del edificio	Número medio de personas que se encuentran dentro del edificio durante los periodos de uso del mismo. Necesario establecer si hay que aplicar algún factor de corrección en función del tipo y horario de uso.	Edificio	Numero	Continuo
Grados día	Índice del rigor climático de una localidad o zona, que relaciona temperatura media con temperatura de confort para calefacción y refrigeración.	Distrito	Grados	Continuo

Además estará el “**Precio de la Energía**” que es un valor que no se obtendrá ni de los sensores y medidores a colocar, pero tampoco es un dato estructural del edificio o distrito ya que es variable con el tiempo. Este es un dato externo que habrá que decidir si se mete en el modelo o si se recoge directamente de la fuente externa correspondiente con una periodicidad definida.

3.1.2. Conservación Preventiva

La siguiente tabla (Tabla 3) recoge el listado y los detalles de los indicadores identificados para el ámbito de Conservación Preventiva. A modo de resumen se establecen las siguientes ideas generales:

- Los indicadores relativos a los bienes muebles no se representan en el modelo urbano ya que el nivel de detalle del modelo no recoge dichos elementos.
- Los valores medios anuales se guardará 1 valor por edificio, correspondiente al último año. Se actualiza una vez al mes.
- Los valores medios mensuales se guardarán 12 valores por edificio, uno por mes.
- Los indicadores cuyo espacio temporal de representatividad es semanal supone un número muy elevado de datos para cada indicador (52 por indicador) lo cual dificulta su visualización en el modelo. En principio se propone descartar estos indicadores para ser representados en el modelo urbano 3D.
- El número total de indicadores es de 50 que se pueden clasificar en las siguientes categorías:
 1. Estado de Conservación respecto a Temperatura
 2. Confort respecto a Temperatura
 3. Estado de Conservación respecto a Humedad Relativa
 4. Confort respecto a Humedad Relativa
 5. Estabilidad respecto a Fisuras
 6. Estabilidad respecto a Inclínación
 7. Estabilidad respecto a Vibración
 8. Niveles de CO₂
 9. Niveles de CO
 10. Niveles de NO₂
 11. Niveles de NO
 12. Niveles de O₃
 13. Niveles de SO₂
 14. Presencia
- Todas las categorías hacen referencia a la escala Edificio, excepto las de Bienes Muebles que no se incluyen en este listado.

Tabla 3 Listado y detalles de los indicadores de Conservación Preventiva

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a temperatura de contacto	Referido a la temperatura de contacto máximas y mínimas. Medida continua.	Bien Mueble ¹	NA	Óptimo Con deficiencias. Riesgo elevado
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a temperatura de contacto (acumulado mensual)	Referido a la temperatura de contacto máximas y mínimas. (12 valores, uno por mes)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a temperatura de contacto (acumulado anual)	Referido a la temperatura de contacto máximas y mínimas. (Se guarda solo el del último año)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a humedad relativa de contacto.	Referido a la humedad relativa de contacto máximas y mínimas. Medida continua.	Bien Mueble	NA	Óptimo Con deficiencias. Riesgo elevado
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a humedad relativa de contacto (acumulado mensual)	Referido a la humedad relativa de contacto máximas y mínimas. (12 valores, uno por mes)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a humedad relativa de contacto (acumulado anual)	Referido a la temperatura y humedad relativa de contacto máximas y mínimas. (Se guarda solo el del último año)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo

¹ La escala de bien mueble no se contempla en el modelo urbano 3D

Estado de Conservación Bien Mueble respecto a luminosidad.	Referido a la luminosidad máxima. Medida continua.	Bien Mueble	NA	Óptimo Con deficiencias. Riesgo elevado
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a luminosidad (acumulado mensual)	Referido a la luminosidad máxima. (12 valores, uno por mes)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Mueble respecto a luminosidad (acumulado anual)	Referido a la luminosidad máxima. (Se guarda solo el del último año)	Bien Mueble	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a temperatura ambiental	Referido a la temperatura ambiental máxima y mínima. Medida continua.	Edificio	NA	Óptimo Con deficiencias. Riesgo elevado
Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a temperatura ambiental (acumulado mensual)	Referido a la temperatura ambiental máxima y mínima. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a temperatura ambiental (acumulado anual)	Referido a la temperatura ambiental máxima y mínima. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estado de confort de las personas respecto a temperatura ambiental	Referido a la temperatura ambiental máxima y mínima. Medida continua.	Edificio	NA	Correcto Sin confort
Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a humedad relativa ambiental	Referido a la humedad relativa ambiental máxima y mínima. Medida continua.	Edificio	NA	Óptimo Con deficiencias. Riesgo elevado

Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a humedad relativa ambiental (acumulado mensual)	Referido a la humedad relativa ambiental máxima y mínima. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estado de Conservación Bien Inmueble respecto a humedad relativa ambiental (acumulado anual)	Referido a la humedad relativa ambiental máxima y mínima. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estado de confort de las personas respecto a humedad relativa ambiental	Referido a la humedad relativa ambiental máxima y mínima. Medida continua.	Edificio	NA	Correcto Sin confort
Estabilidad estructural respecto fisuras	Referido a la medición de variación de fisurómetros. Medida continua	Edificio	Milímetros	Correcto Riesgo Peligro
Estabilidad estructural respecto fisuras (acumulado mensual)	Referido a la medición de variación de fisurómetros. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estabilidad estructural respecto fisuras (acumulado anual)	Referido a la medición de variación de fisurómetros. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estabilidad estructural respecto inclinación de lienzos	Referido a la medición de inclinación de los lienzos. Medida continua	Edificio	Grados	Correcto Riesgo Peligro
Estabilidad estructural respecto inclinación de lienzos (acumulado mensual)	Referido a la medición de inclinación de los lienzos. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estabilidad estructural respecto inclinación de lienzos	Referido a la medición de inclinación de los lienzos (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo

(acumulado anual)				
Estabilidad estructural respecto vibraciones	Referido a la medición de aceleración relativa a vibraciones. Medida continua	Edificio	N/A	Correcto Riesgo Peligro
Estabilidad estructural respecto vibraciones (acumulado mensual)	Referido a la medición de aceleración relativa a vibraciones (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Estabilidad estructural respecto vibraciones (acumulado anual)	Referido a la medición de aceleración relativa a vibraciones (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de CO2	Niveles máximos de concentración de CO2. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de CO2 (acumulado mensual)	Niveles máximos de concentración de CO2. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de CO2 (acumulado anual)	Niveles máximos de concentración de CO2. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de CO	Niveles máximos de concentración de CO. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de CO (acumulado mensual)	Niveles máximos de concentración de CO. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de CO (acumulado anual)	Niveles máximos de concentración de CO. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de NO2	Niveles máximos de concentración de NO2. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto

					Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de NO2 (acumulado mensual)	de	Niveles máximos de concentración de NO2. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de NO2 (acumulado anual)	de	Niveles máximos de concentración de NO2. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de NO	de	Niveles máximos de concentración de NO. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de NO (acumulado mensual)	de	Niveles máximos de concentración de NO. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de NO (acumulado anual)	de	Niveles máximos de concentración de NO. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de O3	de	Niveles máximos de concentración de O3. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de O3 (acumulado mensual)	de	Niveles máximos de concentración de O3. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de O3 (acumulado anual)	de	Niveles máximos de concentración de O3. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo
Concentraciones máximas de SO2	de	Niveles máximos de concentración de SO2. Medida continua	Edificio	Partes por millón	Correcto Riesgo Peligro
Concentraciones máximas de SO2	de	Niveles máximos de concentración de SO2. (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con riesgo

SO2 (acumulado mensual)	valores, uno por mes)		de días		
Concentraciones máximas de SO2 (acumulado anual)	Niveles máximos de concentración de SO2. (Se guarda solo el del último año)	Edificio	Número de días	Días con riesgo	
Presencia de persona	Detección de presencia de personas en los edificios monitorizados (diario)	Edificio	N/A	Si/No	
Presencia de persona (acumulado semanas)	Detección de presencia de personas en los edificios monitorizados (52 valores, uno por semana)	Edificio	Número de días	Días con presencia	con presencia
Presencia de persona (acumulado mensual)	Detección de presencia de personas en los edificios monitorizados (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de días	Días con presencia	con presencia
Presencia de persona (acumulado anual)	Detección de presencia de personas en los edificios monitorizados (Se guarda solo el último año)	Edificio	Número de días	Días con presencia	con presencia

Para el cálculo de los indicadores definidos en la tabla de arriba se hace necesaria la colocación de sensores en los emplazamientos a monitorizar. Además de los sensores a colocar no se identifica la necesidad de disponer de información estructural del edificio o entorno.

3.1.3. Eventos de Seguridad

La siguiente tabla (Tabla 4) recoge el listado y los detalles de los indicadores identificados para el ámbito de la seguridad física en las tres acepciones consideradas en el proyecto: vandalismo; robo / expolio; protección al ciudadano / turista.

Tabla 4 Listado y detalles de los indicadores de Seguridad

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
Eventos de seguridad	Intrusión en zona arqueológica con efectos	Zona	Acumulado mensual	Entero

relativa a vandalismo	destructivos (de manera accidental o deliberada)		/ anual	
Eventos de seguridad relativa a robo / expolio	Sustracción elementos expositivos	Zona	Acumulado mensual / anual	Entero
Eventos de seguridad relativos a protección al ciudadano / turista	Caída / desprendimiento de elementos ornamentales / estructurales por deterioro sucesivo o deficiente conservación (preventiva y correctiva)	Edificio	Acumulado mensual / anual	Entero
	Agrietamientos en muros de inmuebles representativos por fallo en diagnóstico, monitorización no contrastada y/o deficiente conservación y mantenimiento (Valor estático correspondiente a una medición en una fecha concreta)	Edificio	Longitud	Numérico decimal

Para el cálculo de los indicadores definidos en la tabla de arriba se hacen necesarios dos aspectos:

- La colocación de sistemas de seguridad removibles (NO sensores puntuales) en los emplazamientos a monitorizar. No se identifica la necesidad de disponer de información estructural de la zona, edificio o entorno que se trate.
- La utilización de sistemas ópticos de visión por computador 2D y 3D para los eventos relativos a la protección del ciudadano / turista.

3.1.4. Visitantes

La siguiente tabla (Tabla 5) recoge el listado y los detalles de los indicadores identificados para el ámbito de Visitantes. A modo de resumen se establecen las siguientes ideas generales:

- Los valores medios anuales se guardará 1 valor por edificio, correspondiente al último año. Se actualiza una vez al mes.
- Los valores medios mensuales se guardarán 12 valores por edificio, uno por mes.

- Los indicadores cuyo espacio temporal de representatividad es semanal supone un número muy elevado de datos para cada indicador (52 por indicador) lo cual dificulta su visualización en el modelo. En principio se propone descartar estos indicadores para ser representados en el modelo urbano 3D.
- El espacio urbano se divide en zonas que permiten monitorizar la presencia de visitantes en dichas zonas y los flujos de visitantes entre las diferentes zonas.
- Se hace necesario incorporar los paneles interactivos como elementos urbanos a monitorizar en el entorno.
- Se contemplan además 5 edificios monumentales a monitorizar en el proyecto respecto al interés y número de visitantes (Catedral, Plaza Adolfo Suarez, Mercado Chico, Convento y Muralla)
- El número total de indicadores es de 18 que se pueden clasificar en las siguientes categorías:
 1. Visitantes por zona
 2. Flujo de visitantes entre zonas
 3. Uso de los paneles interactivos
 4. Comparativa entre interés y visitas a edificios monumentales

Tabla 5 Listado y detalles de los indicadores de Visitantes

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
Porcentaje de visitantes de cada zona (semanal)	Respecto al total de visitantes del centro histórico, cuantos visitan cada una de las zonas identificadas. Valor semanal. (52 valores, uno por semana)	Zona	%	(0-100)
Porcentaje de visitantes de cada zona (mensual)	Respecto al total de visitantes del centro histórico, cuantos visitan cada una de las zonas identificadas. Valor mensual. (12 valores, uno por mes)	Zona	%	(0-100)
Porcentaje de visitantes de cada zona (anual)	Respecto al total de visitantes del centro histórico, cuantos visitan cada una de las zonas identificadas. Valor anual. (Se guarda solo el del último año)	Zona	%	(0-100)
Flujo de personas entre	Número de personas que se mueven entre la zona baja	Zona	Número de	Entero

la zona baja y la zona alta del CH (semanal).	del CH y la zona alta del CH. Valor semanal. (52 valores, uno por semana)			personas
Flujo de personas entre la zona baja y la zona alta del CH (mensual).	Número de personas que se mueven entre la zona baja del CH y la zona alta del CH. Valor semanal. (12 valores, uno por mes)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona baja y la zona alta del CH (anual).	Número de personas que se mueven entre la zona baja del CH y la zona alta del CH. Valor semanal. (Se guarda solo el del último año)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez (semanal).	Número de personas que se mueven entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez. Valor semanal. (52 valores, uno por semana)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez (mensual).	Número de personas que se mueven entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez. Valor semanal. (12 valores, uno por mes)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez (anual).	Número de personas que se mueven entre la zona Catedral y plaza Adolfo Suarez. Valor semanal. (Se guarda solo el del último año)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral / Adolfo Suarez y Mercado Chico (semanal).	Número de personas que se mueven entre la zona de la Catedral / Adolfo Suarez y la zona del Mercado Chico. Valor semanal. (52 valores, uno por semana)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral / Adolfo Suarez y Mercado Chico (mensual).	Número de personas que se mueven entre la zona Catedral / Adolfo Suarez y la zona del Mercado Chico. Valor semanal. (12 valores, uno por mes)	Zona	Número de personas	Entero
Flujo de personas entre la zona Catedral / Adolfo Suarez y Mercado Chico (anual).	Número de personas que se mueven entre la zona Catedral / Adolfo Suarez y la zona del Mercado Chico. Valor semanal. (Se guarda solo el del último año)	Zona	Número de personas	Entero

Suarez y Mercado Chico (anual).	Valor semanal. (Se guarda solo el del último año)			
Uso de los paneles de 4 Postes y de la Zona Centro (semanal)	Número de personas que usan el panel de 4 Postes y las que usan el panel de la Zona Centro. Valor semanal (52 valores, uno por semana)	Panel	Número de personas	de Entero
Uso de los paneles de 4 Postes y de la Zona Centro (mensual)	Número de personas que usan el panel de 4 Postes y las que usan el panel de la Zona Centro. Valor mensual (12 valores, uno por mes)	Panel	Número de personas	de Entero
Uso de los paneles de 4 Postes y de la Zona Centro (anual)	Número de personas que usan el panel de 4 Postes y las que usan el panel de la Zona Centro. Valor anual (Se guarda solo el del último año)	Panel	Número de personas	de Entero
Comparativa entre personas interesadas, las que visitan la zona y las que entran en un monumento (semanal)	Número de personas que muestran su interés en los edificios monitorizados (Catedral, Adolfo S, Mercado Chico, Convento y Muralla) a través de la selección en los paneles, frente a número de personas que transitan por estas zonas y el número de entradas vendidas en dichos edificios. Indicador con 3 valores. Valor semanal (52 valores, uno por semana)	Edificio	Número de personas	de Entero
Comparativa entre personas interesadas, las que visitan la zona y las que entran en un monumento (mensual)	Número de personas que muestran su interés en los edificios monitorizados (Catedral, Adolfo S, Mercado Chico, Convento y Muralla) a través de la selección en los paneles, frente a número de personas que transitan por estas zonas y el número de entradas vendidas en dichos edificios. Indicador con 3 valores. Valor mensual (12 valores, uno por mes)	Edificio	Número de personas	de Entero
Comparativa entre personas interesadas, las que visitan la zona y las que entran en un monumento (anual)	Número de personas que muestran su interés en los edificios monitorizados (Catedral, Adolfo S, Mercado Chico, Convento y Muralla) a través de la selección en los paneles, frente a número de personas que transitan por estas zonas y el número de entradas vendidas en	Edificio	Número de personas	de Entero

dichos edificios. Indicador con 3 valores. Valor anual (Se guarda solo el del último año)

Para el cálculo de los indicadores definidos en la tabla de arriba se hace necesaria la colocación de sensores en los emplazamientos a monitorizar. Además de los sensores a colocar no se identifica la necesidad de disponer de información estructural del edificio o entorno.

3.1.5. Entorno Cercano

La siguiente tabla (Tabla 6) recoge el listado y los detalles de los indicadores identificados para el ámbito de Entorno Cercano. A modo de resumen se establecen las siguientes ideas generales:

- El entorno cercano está compuesto de elementos urbanos que se encuentran próximos a los edificios. Se consideran de interés los jardines, plazas y zonas de aparcamiento abiertos.
- Está por determinar la periodicidad de medida de los indicadores identificados para este ámbito.
- El número total de indicadores es de 15 y se clasifican en función del elemento urbano al que hacen referencia:
 1. Edificio
 - a. Presencia de Xilofagos
 - b. Condiciones ambientales
 2. Jardines, Plazas y Aparcamientos
 - a. Condiciones ambientales
 - b. Concentración de gases
 3. Solo jardines
 - a. Humedad del suelo

Tabla 6 Listado y detalles de los indicadores de Entorno Cercano

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO URBANO	UNIDAD	VALORES
-----------	-------------	-----------------	--------	---------

Xilófagos en la madera	Presencia de insectos xilófagos dentro de la madera. Cualquier detección debería figurar como alarma o dato destacado.	Edificio	N/A	Continuo
Humedad máxima y mínima de la madera	Porcentaje de humedad máximo y mínimo de la madera monitorizada del edificio.	Edificio	%	Continuo
Humedad máxima y mínima del suelo	Humedad máxima y mínima del suelo	Jardín	N/A	Seco Húmedo Saturado
Radiación ultravioleta máxima	Radiación ultravioleta máxima.	Jardín, plaza	N/A	Baja Moderada Alta
Temperatura ambiental máxima y mínima	Temperatura ambiental máxima y mínima.	Jardín, plaza, aparcamiento	°C	Continuo
Sensación térmica máxima y mínima	Sensación térmica máxima y mínima, calculada a partir de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento.	Jardín, plaza, aparcamiento	°C	Continuo
Concentración máxima y mínima de CO2	Concentración máxima y mínima de CO2.	Jardín, plaza	N/A	Nivel Bajo Nivel Medio Nivel Alto
Concentración máxima y mínima de CO	Concentración máxima y mínima de CO.	Jardín, plaza	N/A	Nivel Bajo Nivel Medio Nivel Alto
Concentración máxima y mínima de NO2	Concentración máxima y mínima de NO2.	Jardín, plaza	N/A	Nivel Bajo Nivel Medio

					Nivel Alto
Concentración máxima y mínima de NO	Concentración máxima y mínima de NO.	Jardín, plaza	N/A		Nivel Bajo Nivel Medio Nivel Alto
Concentración máxima y mínima de O3	Concentración máxima y mínima de O3.	Jardín, plaza	N/A		Nivel Bajo Nivel Medio Nivel Alto
Concentración máxima y mínima de SO2	Concentración máxima y mínima de SO2.	Jardín, plaza	N/A		Nivel Bajo Nivel Medio Nivel Alto
Presión barométrica máxima y mínima	Presión barométrica máxima y mínima	Edificio	Atmósferas		Continuo
Velocidad máxima y mínima del viento	Velocidad máxima y mínima del viento .	Edificio	m/s		Continuo o fijar rangos en función el peligro
Precipitación recogida máxima y mínima	Valores de precipitación recogida en lo alto de un edificio. Tanto valores máximo como mínimo.	Edificio	MI		Continuo

Para el cálculo de los indicadores definidos en la tabla de arriba se hace necesaria la colocación de sensores en los emplazamientos a monitorizar. Además de los sensores a colocar no se identifica la necesidad de disponer de información estructural del edificio o entorno.

3.2. Elementos Urbanos

A partir de la información recogida en las tablas de la sección anterior se identifican los elementos urbanos a representar en el modelo urbano 3D. La siguiente tabla (Tabla 7) muestra los elementos urbanos que el modelo de datos 3D urbano de SHCity debe contener, el objeto CityGML por el cual es representado en el modelo y el nivel de detalle (LoD) requerido para dicho elemento.

Tabla 7 Elementos urbanos del modelo 3D

Elemento SHCity	Objeto CityGML	LoD
Distrito	CityObjectGroup (District)	LoD1
Edificio	Building	LoD2
Jardín	Vegetation - PlantCover	LoD1
Plaza	Transportation – TransportationComplex -> Square	LoD1
Aparcamiento	Transportation – TransportationComplex -> Car_Park Hace referencia a aparcamientos exteriores	LoD1
Zona	LandUse Usamos este objeto para representar las zonas de interés del ámbito de visitantes	LoD1
Monumento	Building	LoD2
Bien Mueble	No se contempla en CityGML	
Panel	CityFurniture -> Display panel	LoD1

3.3. Propiedades Semánticas del Modelo Urbano

A partir de la información recogida en las tablas de la sección anterior se identifican las propiedades semánticas de los elementos urbanos a incluir en el modelo urbano 3D. La siguiente tabla (Tabla 8) muestra los elementos urbanos identificados en la tabla anterior y las propiedades semánticas asociadas a cada uno de los elementos. Se utiliza nomenclatura anglosajona para las propiedades ya que las propiedades definidas en el modelo se representan en este idioma, de este modo todas se representan de forma homogénea (tanto las que pertenecen como las nuevas específicas de SHCity).

Tabla 8 Propiedades semánticas de los elementos del modelo urbano

Objeto CityGML	Propiedad	Tipo
CityObjectGroup	District->id	Entero
	District->name	String
	District->country	String
	District->degreeDays	Número

Building	Building->id	Entero
	Building->name	String
	Building->usage	gml::CodeType
	Building->area	Número
	Building->inhabitants	Entero
Vegetation	Vegetation->id	Entero
	Vegetation->name	String
	Vegetation->usage	gml::CodeType
	Vegetation->area	Número
Transportation (Square y Car_Park)	TransportationComplex->id	Entero
	TransportationComplex->name	String
	TransportationComplex->usage	gml::CodeType
	TransportationComplex->area	Número
LandUse (Zone)	LandUse->id	Entero
	LandUse->name	String
	LandUse->usage	gml::CodeType
	LandUse->area	Número
CityFurniture (Panel)	CityFurniture->id	Entero
	CityFurniture->name	String
	CityFurniture->usage	gml::CodeType

4. Datos necesarios para generar el modelo SHCity

4.1. Fuentes de datos

El siguiente listado muestra las fuentes de datos de acceso público identificadas para la generación del modelo urbano SHCity.

IDE Castilla y Leon

http://www.cartografia.jcyl.es/web/jcyl/Cartografia/es/Plantilla66y33/1284208420854/_/

<http://www.idecyl.jcyl.es/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>

Mapa Topográfico 1:1.000

http://opendata.jcyl.es/ficheros/carto/mapacyl/mapacyl1/avila/shp_e1/

- 05019_Ávila_mapacyl1_servinst_p. Árboles, farolas, poste eléctrico, alcantarillas,
- 05019_Ávila_mapacyl1_edifcons_s. Edificios (Indican tipo de edificio: Edificio, patio, piscina, etc.)
- 05019_Ávila_mapacyl1_redtrans_l. Redes transporte, ferrocarril, camino, vial, etc.
- 05019_Ávila_mapacyl1_servinst_. Zonas arboladas, tendidos eléctricos, conducción, etc.
- 05019_Ávila_mapacyl1_edifcons_l. Escalera, división de alturas, muro, etc.

LIDAR

http://ftp.itacyl.es/cartografia/02_Altimetria/023_LIDAR/

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/>

Catastro

<http://www.catastro.minhap.gob.es/webinspire/index.html>

Incluye, entre otra, la siguiente información:

- Fecha de construcción, uso, building units, número de viviendas, imagen, grossFloorArea

Calificaciones energéticas

<http://www.datosabiertos.jcyl.es/web/jcyl/set/es/energia/certificados-eficiencia-avila/1284543386412>

Visor SIGPAC

<http://sigpac.magrama.es/fega/visor/>

4.2. Proceso de generación

El proceso de generación del modelo urbano 3D del centro histórico de Ávila se divide en dos etapas:

1. Generación de la geometría del modelo 3D
2. Introducción de propiedades semánticas del modelo

Para la generación de la geometría del modelo urbano 3D del centro histórico de Ávila se parte de la siguiente información:

- Información catastral en formato SHP: Conteniendo la geometría de la planta de las parcelas y los edificios de la zona de interés.
- Datos LIDAR: Es un acrónimo del inglés Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging. Es un sistema que permite obtener una nube de puntos del terreno tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado.
- Datos MDT: Modelo Digital del Terreno. En definitiva un MDT es una representación en falso 3D de la topografía, incluyendo tanto la altimetría como la batimetría, de una zona terrestre que después se almacena en forma de una matriz de alturas en Z.
- Elementos urbanos: Capa de información geométrica que contiene la geometría en planta de los otros elementos urbanos, además de los edificios, a representar en el modelo 3D. Generalmente serán varias capas en formato SHP que contendrán cada una de ellas la representación de uno de los tipos de elementos urbanos a representar:
 - Jardines
 - Plazas
 - Aparcamientos
 - Zonas
- Mobiliario urbano: Como mobiliario urbano se incluirán los paneles informativos a colocar durante el proyecto. Será necesario establecer la localización de dichos paneles para su representación en el modelo.

A partir de estas fuentes de datos se desarrollará un proceso que genere un Modelo Urbano 3D de forma automática. Para ello se realizará un pre procesado de los datos, para eliminar datos erróneos, duplicados, fuera de la zona de interés, etc.

Después, mediante los datos LIDAR y MDT se obtendrá la altura real de los edificios y la altitud del resto de elementos urbanos. De esta forma será posible generar los edificios en 3D con su altura real y posicionarlo correctamente tanto en posición como en altitud (sobre el modelo digital del terreno). El resto de elementos urbanos se representarán mediante geometría 2D correctamente localizados en altitud respecto del MDT. A continuación se generarán los elementos de mobiliario urbano a ubicar en el modelo.

El proceso de generación geométrica se presenta gráficamente en la siguiente figura (Figura 3)

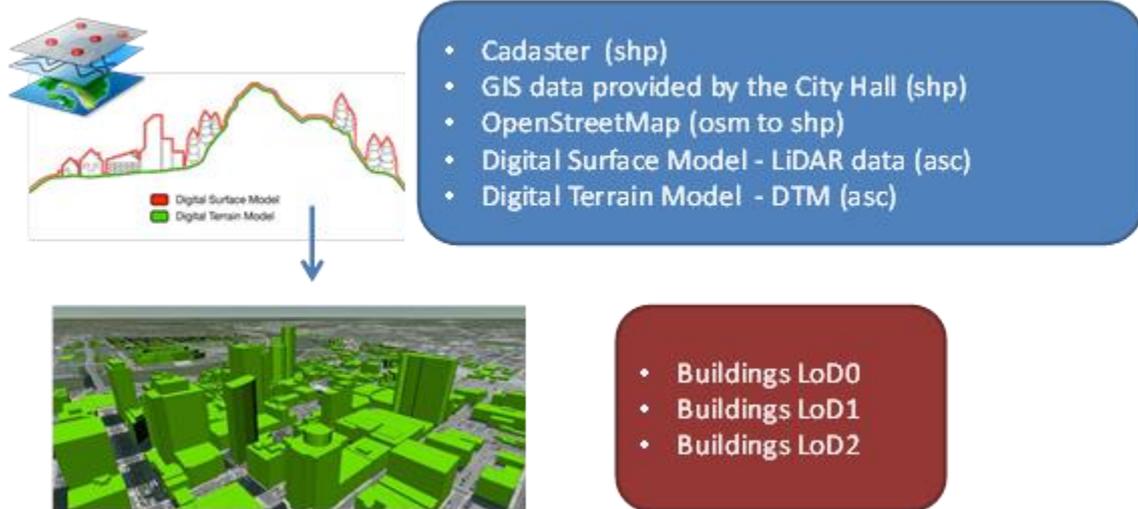


Figura 3 Generación geométrica del modelo urbano 3D

Una vez generada la geometría del modelo urbano 3D se añadirán al modelo las propiedades semánticas identificadas en la Tabla 8. Para completar dichas propiedades semánticas será necesario disponer de la información requerida y que dicha información esté referenciada al elemento al que corresponde. Una vez conseguido esto, la información se introduce de forma automática en el modelo urbano 3D a través de un proceso de semantización. Este proceso recoge la información de un fichero en formato shp o xls y la introduce en el fichero CityGML resultante de la generación geométrica.

5. Conclusiones

Como resultado del trabajo realizado en la actividad 1.4 “Definición del Modelo 3D Urbano SHCity” del proyecto se ha generado el informe E1.4.1 “Modelo de datos 3D urbano SHCity”. Las principales conclusiones del informe se presentan a continuación.

El modelo de datos urbano 3D es el soporte para el almacenamiento de la información estructural del centro histórico de Ávila dentro del proyecto SHCity. Este modelo es una representación basada en el estándar CityGML de los elementos urbanos de la ciudad. Este modelo incorpora información geométrica y propiedades alfanuméricas en un único modelo y coherentemente relacionada. Entre las principales características del modelo de datos CityGML están la representación multiescala con multiresolución y extensible.

Este informe recoge de una manera organizada el listado de indicadores identificados desde cada uno de los ámbitos de aplicación como de interés para representar en la aplicación SHCity-Gestor. El modelo urbano dará soporte a la generación de dichos indicadores mediante el almacenamiento único de la información estructural requerida para el cálculo de algunos de dichos indicadores. Además dicho modelo representa el soporte para la visualización 3D, georeferenciada y amigable de los indicadores identificados. Los indicadores identificados y la información asociada a cada uno de ellos representa la base para la identificación de la actividad 4.1 “Homogeneización y unificación de la información”.

La información recogida y analizada nos ha permitido identificar tanto los elementos urbanos como las propiedades semánticas de cada uno de los elementos a representar en el modelo urbano SHCity. El modelo incluirá los principales elementos definidos en el modelo CityGML (Building, Vegetation, Transportation y CityFurniture) y adicionalmente se representará el Distrito como un CityObjectGroup que agrupa a los elementos del centro histórico y por otra parte se definen Zonas como polígonos asociados al concepto LandUse. Respecto a las propiedades semánticas algunas de las propiedades identificadas ya están definidas en el propio modelo CityGML y otras serán añadidas al modelo.

Las fuentes de datos identificadas parecen, en un principio, suficientes para la generación del modelo, aunque deberán analizarse en detalle para ver si contienen toda la información requerida para la generación.